This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06640401 7

TO THE MEMORY OF
LIEUT. COL. JOHN SHAW BILLINGS
M.D., D.C.L., LL.D.
FIRST DIRECTOR OF
THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
WHO BY HIS FORESIGHT ENERGY AND
ADMINISTRATIVE ABILITY
MADE EFFECTIVE
ITS FAR-REACHING INFLUENCE

"HE IS NOT DEAD WHO GIVETH LIFE TO KNOWLEDGE"

JOHN SHAW BILLINGS MEMORIAL FUND
FOUNDED BY ANNA PALMER DRAPER

STORIA

DELL' ELETTRICITA'

DI

ANTONIO CARNEVALE-ARELLA

Ripetitore di Filosofia e Medico del Presidio della Cittadella di Alessandria.

VOLUME SECONDO.

ALESSANDRIA
Presso Luigi Guidetti Tipografo-Librajo Editore.
1839.

LIBRO TERZO.

CAPO PRIMO.

Varie sono le ipotesi immaginate dai Fisici per spiegare come si formi il lampo, il tuono, e il fulmine. Soprattutte notabili sono quelle di Boerrhaave, e di Seguy. Wall, Grey, e Nollet notarono nei fenomeni dell' elettricità una grande rassomiglianza con quelli del fulmine. Ma veramente fu Franklin, che fece conoscere gli intimi rapporti d' analogia che vi esistono tra gli effetti prodotti dall' elettricità, e dal fulmine, donde conchiuse della loro comune origine.

Si disputò lungamente dai Fisici per sapere, cosa fosse il lampo, il tuono, e la folgore. Ma prima di Franklin comechè siasi nei trattati di Fisica riferita ora questa ed ora quella ipotesi riputata dai loro autori la sola, che valesse a renderne una soddisfacente spiegazione, ciò nondimeno la gloria d'avere con evidenza dimostrate le strette analogie dell' elettricità e del fulmine, e d' avere sperimentalmente comprovata la loro identità di causa, è interamente dovuta all' Americano Fisico. Chi mai potrà raccontare le pazze cose che si dissero dagli uomini del volgo sull' apparizione di questa ignea meteora? Gli uni credettero che gli Dei si presentassero di questa maniera ai mortali per atterrirli e manifestare il loro supremo potere; gli altri in iscambio la supposero prodotta dai demonj, che passeggiassero terribilmente in mezzo alle tempeste e al fuoco. Ma fra le tante

stravaganze del superstizioso ed ignorante medio evo si dee notare la fanatica credenza, che i più grandi fenomeni della natura, e massime i temporali e il fulmine fossero un' irresistibile effetto di stregoneria. Infine fra le molte ipotesi create dalla fervida immaginativa de' fisici mi limiterò ad accennarne due soltanto per non perpetuare i sogni dell' umano ingegno; e queste sono l' ipotesi di Boerrhaave, e quella di Seguy, che per la rinomanza, ed il sapere de' loro autori ebbero molti seguaci.

Boerrhaave il più gran Medico, e Chimico della sua età propose nel suo eccellente trattato del fuoco un' ipotesi ingegnosa sulla formazione del tuono. Le particelle acquee, dice, che invisibili s' innalzano dalla superficie della terra, si riuniscono nelle elevate e fredde regioni dell' atmosfera, ove congelandosi in masse di ghiaccio formano nella state le nuvole procellose, le quali valgono a riverberare la luce del sole, onde se per caso sieno parecchie, e disposte in modo che producano gli effetti di più specchj concavi, i cui fochi si riuniscono in un sol foco comune, dilatando enormemente l' aria per il concentrato calore formano una specie di voto, sicchè pel rotto equilibrio l' aria, l' acqua, la neve, la grandine, e le masse di ghiaccio si precipitano le une verso le altre per riempiere il voto; e in questa loro violenta collizione s' infiammano le esalazioni sulfuree, grasse, oleose commiste, e si generano così quei vivissimi splendori e quel fracasso orribile, che chiamansi lampi e tuono.

Il professore Seguy nel suo trattato di Filosofia credè che il tuono provenisse da un moto vio-

lento di fermentazione, e di accensione, che ha luogo nell' alto dell' atmosfera fra i vapori acquei, e le esalazioni d' ogni specie, che per il calore del sole si elevano nella state dalla superficie della terra e del mare, in quella guisa stessa, che una mescolanza di parti eguali di limatura di ferro, di zolfo e d' acqua convenevolmente locata sotto terra fermenta in poche ore, e orribilmente scoppiando fra un nugolo di fumo, e di fiamme vivissime gitta per aria il sovrapposto strato di terra.

L' Inglese Wall fu il primo, che sospettò dell' identità di causa degli effetti prodotti in piccolo dall' ambra gialla stropicciata, e quelli causati in grande dal fulmine. Quest' opinione fu quindi adottata da Grey in una lettera che scrisse nel 1735 a Mortimer. Ma quegli che su di ciò tenne un linguaggio più chiaro e preciso, fu l' abate Nollet. » Se qualcuno, dice nelle sue lezioni di Fisica sperimentale tomo 4. pag. 314, intraprendesse con un confronto ben seguitato de' fenomeni a provare, che il tuono è tra le mani della natura ciò che l' elettricità è tra le nostre; che queste maraviglie, delle quali disponiamo ora a piacimento, sono piccole imitazioni di que' grandi effetti, che ci spaventano; e che tutto dipende dallo stesso meccanismo: se ci facesse vedere che una nube preparata per l' azione de' venti, pel calore, per il mescuglio di esalazioni ecc., è dirimpetto ad un' oggetto terrestre ciò, che è un corpo elettrizzato in presenza e a una certa prossimità di un' altro che non lo sia; confesso che quest' idea, se fosse ben sostenuta, mi piacerebbe assai; e per sostenerla quante speciose ragioni si presentano a un'

uomo che è al fatto dell' elettricità? L' universalità della materia elettrica, la prontezza della sua azione, la sua infiammabilità, e la sua attività ad infiammare le altre materie; la proprietà che ha di colpire i corpi esternamente ed internamente sino nelle loro minime parti; l' esempio singolare che noi abbiamo di questo effetto nell' esperienza di Leyden; l' idea che può legittimamente derivarsi supponendo un più alto grado d' elettricità ecc., tutti questi punti d' analogia, che io medito da qualche tempo, cominciano a farmi credere che si potrebbe prendendo l' elettricità per modello formarsi a riguardo del tuono e dei lampi idee più sane e più verisimili di tutto ciò che si è sino al presente immaginato. »

Questi sublimi pensamenti racchiudevano il germe prezioso di una grande scoperta. Ma comechè si fosse colla diretta induzione de' fatti aperta una nuova via, cui avrebbe potuto con fortuna percorrere raccogliendone utilissime verità, pure rimase l' onore di ciò a Franklin, il quale a confessione dello stesso Nollet fu il primo a concepire l' ardito pensiero di strappare dalle nubi col mezzo di punte metalliche la materia fulminea, come realmente effettuò determinandone così la natura, e le intrinseche proprietà. Impertanto prima di parlare delle belle sperienze di Franklin, colle quali rendè la folgore ubbediente a' suoi cenni col segnarle il cammino che doveva percorrere per slanciarsi dalle nubi al suolo, deggio noverare i diversi punti d' analogia, che lo condussero dagli effetti prodotti dall' elettricità e dal fulmine a conghietturare della loro comune origine.

1. Il fulmine si annunzia in mezzo ai lampi, che

per ogni verso strisciano e solcano le nuvole procellose. Ma anche le scintille, che si estraggono dal conduttore elettrico, si mostrano irregolari e tortuose, e con diversi serpeggiamenti si slanciano verso il corpo, cui colpiscono.

2. Le apparenze dei lampi fulminei si possono artifizialmente produrre col far passare sopra un conduttore cosperso di molte interruzioni una scintilla elettrica, che si ripete visibilmente in tutte le soluzioni di continuità. Credo far cosa grata al Leggitore il riferire una sperienza ingegnosa immaginata dal sig. Sigaud per rappresentare le singolari varietà, che i lampi offrono in cielo. Coprì di uno stagnuolo una delle superficie di una larga lastra di vetro sino a poche linee di distanza dal suo margine, ed intonacandone l'opposta di uno strato di vernice grassa la cosperse di polvere metallica; e quindi ponendo la prima in comunicazione col suolo, e la seconda in comunicazione col conduttore elettrico vide che l'elettricità si distribuiva alle diverse parti della superficie disseminata di polvere metallica scintillando tra le soluzioni di continuità, le quali essendo numerosissime ed irregolari producevano su tutta la superficie del vetro una moltitudine di ramificazioni luminose, che imitavano assai bene la forma dei lampi. Una somigliante sperienza, ma più imponente e dilettevole ne fu descritta nel giornale di Fisica dell' abate Rozier per il mese di febbrajo 1776 dal sig. Neret, il quale usando un quadro di vetro più grande produsse nell' atto dell' esplosione una specie di cielo elettrico maraviglioso a vedersi.

Nollet, dappoichè osservò che la materia elettrica

segue in tutte le direzioni i mezzi più proprj a tradurla, sicchè le scintille si trasmettono attraverso a piccoli pezzi di metallo ossiachè formino delle linee rette o curve, ovveromentechè facciano degli angoli o de' contorni, immaginò di adoperare le scintille elettriche per formare, e rischiarare istantaneamente qualsivogliano figure variate a piacimento. Le quali cose furono da lui pubblicate in una lettera che scrisse alla celebre italiana Bassi. Questa maravigliosa donna professava a que' tempi con molto onore la fisica nell' università di Bologna, e fu maestra del chiarissimo naturalista Spallanzani. Il P. Beccaria si convinse in fatti quant' ella valesse tanto negli studj astronomici quanto nelle teoriche elettriche nelle argomentazioni, che egli fece contro di lei nell' occasione, in cui l' Elettore di Baviera volle udire dalla medesima una lezione. Dessa fu veramente una rara donna, e superiore all' età sua; e chiaramente dimostrò, che anche il gentil sesso può al par dell' uomo far bella mostra d' ingegno, e di dottrina.

3. D' ordinario il fulmine colpisce gli oggetti più acuti ed eminenti, come sono le montagne, gli edifizj elevati, le chiese, i campanili, le torri, e gli alberi, ond' è pericoloso il ricovrarvisi al di sotto in circostanza di temporale. Ma chi non sa che l' elettrico si spande liberamente per le punte e per gli angoli, perchè trova in essi un più facile passaggio per diffondersi sui corpi vicini?

4. Il fulmine presceglie, come l' elettrico, i migliori conduttori, dimodochè un' uomo vicino a una verga metallica piantata nel suolo non viene tocco,

perchè in essa trova un facile sfogo sotterra; ma se per mala ventura trovasi nel passaggio, riceve allora su lui la scarica fulminea, e ne rimane la vittima infelice e miseranda. Curiosa è l' osservazione di Franklin del ratto bagnato, che non riceve danno per l' esplosione di una grossa bottiglia elettrica, mentrechè resta morto all' istante, se senza essere inumidito viene sottoposto alla medesima scarica: perlocchè credette che in tempo di procella fosse miglior consiglio l' avere gli abiti bagnati per la ragione che la materia elettrica si trasmette più liberamente per le vestimenta nel suolo, se per caso fossero investite dal fulmine. La seguente narrazione parrebbe confermare la frankliniana opinione. » Il Sig. Cocchi essendo medico a Portolongone vide un' uomo, a cui, mentre giaceva in letto, un fulmine in quasi tutte le parti dinanzi del corpo avea levata la cuticola e prodotta quella sensazione, che suole aversi dall' applicazione de' vescicanti. È notabile che un' altro uomo, il quale giaceva nel medesimo letto non soffrì il menomo nocumento. » Probabilmente, come osserva il P. Beccaria, il fulmine staccò la cuticola rarefacendo l' umore, che immediatamente è a lei sottoposto, come appunto scorre la scintilla liberamente nel ratto bagnato, e senza lasciare traccia di se lungo lo strato d' acqua.

5. Il fulmine cagiona alcuna volta nei luoghi, in cui cade, disastrosi incendj. Ma chi non sa che la materia elettrica accende le sostanze infiammabili?

6. La folgore altera, fonde e distrugge i metalli, sovra cui passa. Maravigliosi certamente sono gli effetti di sua azione. Sì notò fin dalla più remota an-

tichità, che alcuna volta fonde la lama di una spada senza danneggiare il fodero, e distrugge le monete d'oro e d' argento senza ledere menomamente la borsa. Raccontasi che in Genova un fulmine portò via di mano ad una donna un bacile di rame bucandolo senzachè la medesima ne rimanesse offesa. Queste cose possono parere prodigj ai non fisici; ma chi conosce la maniera di agire dell' elettricità non vi scorge, che un naturalissimo fenomeno, cosicchè spogliato della scorza prodigiosa che gli conferisce la credula ignoranza, rientra facilmente nell' ordine delle naturali leggi. Infatti quando la materia fulminea scagliasi da una nube procellosa sopra un' edifizio, presceglie per gittarsi nel suolo i migliori conduttori e massime i metalli, i quali se non sono abbastanza ampj per offrirle un libero passaggio, sono talvolta nella loro sostanza attaccati e fusi. L' amalgama, a cagion d' esempio, di stagno e di mercurio che cuopre la superficie posteriore degli specchj, viene fusa e distrutta dalla scarica fulminea, la quale non potendo scorrere per la sostanza del vetro sdrucciola sull' amalgama insufficiente per condurla, la intacca, la fonde, e la distrugge senza ledere il vetro. Anche il Fisico può serrare una fogliuzza d' oro tra due lastre di vetro, e scaricandovi sopra una violenta scintilla elettrica la osserva fondersi, e incorporarsi sui vetri, senza che sieno questi nè poco nè punto danneggiati.

Franklin pretese, che questa non fosse una vera fusione, e che per maggior chiarezza si dovesse chiamare fusione fredda, perchè non si fa già per innalzamento di temperatura, ma sibbene per l' azione violentissima dell' elettricità sulle parti del metallo.

Nollet si fece a confutare la frankliniana supposizione. Noi senza entrare in questa astrusa questione faremo solo osservare che arroventando dei fili sottilissimi di ottone sopra carboni ardenti, appena sono estratti dal fuoco, si possono toccare colle dita senzachè si provi incomodo calore. Perchè adunque non potrà del pari una esilissima fogliuzza d'oro o di altro metallo fondersi in parte sotto una forte esplosione elettrica senza che toccata un'istante dopo si senta calda?

7. Il fulmine trafora e frange i corpi più duri, e li riduce in esilissimi frantumi. È in vero notabile la maniera, colla quale si rompe un vetro nella scarica elettrica, posciachè i bordi della rottura si mostrano uniti e politi, e tutta la frattura fassi nello spessore, come si osserva nelle bottiglie elettriche le quali, quando si scaricano spontaneamente, si spezzano in un sol punto della loro superficie.

È fuor d'ogni dubbio ammirabile l'osservazione del Sig. Carburi sugli effetti di un fulmine caduto nel mese di giugno del 1749 in una casa di campagna poco lungi da Firenze dei Signori Conti della Gherardesca, detta lo stipo. » Vidi, sono sue parole, nella cucina posti sopra la stessa tavola e nella stessa maniera otturati con carta, ed apparentemente interi alcuni fiaschi impagliati, de' quali pochi erano ripieni di vino, e venti incirca voti. In terra non appariva punto di umido, e la custode della casa affermava costantemente, che quando cadde il fulmine, i fiaschi erano tutti ripieni, e che poco dopo caduto essa pure avea osservato che il pavimento era asciutto. » Io non so, cosa penseranno i leggitori di questo fatto, e se crederanno essere più natural cosa

che il vino sia stato bevuto dalla custode e quindi ell' abbia accagionato il fulmine; so però bene che il P. Beccaria spiegò questo istantaneo disperdimento del vino per la rapida evaporazione causata dal fulmine, come egli evaporò istantaneamente le gocce d' acqua colla scintilla elettrica. Laonde narrasi pure, che un fulmine cadendo a dì settembre 1824 sulla casa del Sig. Giuseppe Leblanc in Firenze in via dei Bardi entrò per il camino della cucina, ove gettò sbalordito per terra un servitore, mentre stendeva la mano per ritirare dal fuoco un vaso pieno di caffè destinato per la colezione della famiglia. Fu poi grande la maraviglia nel vedere che il liquido contenuto nel vaso era stato dal fulmine disperso non rimanendone più veruna traccia. Ma quanto sia straordinaria e incomprensibile la maniera di agire del fulmine, è una parlante pruova il celebre poeta Fracastoro, il quale ancor bambino rimase salvo fra le braccia della madre percossa e morta dalla folgore.

8. Alcuni individui colpiti dal fulmine rimasero all' istante ciechi o paralitici. Il P. Beccaria racconta di aver conosciuto un religioso ottuagenario, il quale molti anni innanzi restò subitamente accecato da un vivissimo lampo di un temporale che lo aveva colto tra Narni e Terni. Ma anche l' elettricità come la folgore vale a ledere i sensi ed a paralizzare le membra. Imperciocchè Dalibard negli ultimi anni della sua vita sofferse molesti tremori di membra a cagione delle ripetute scosse, a cui s' era sottoposto nelle sue sperienze elettriche; e Franklin narra che un pollastro rimase cieco per un colpo di una forte scarica elettrica.

9. Il fulmine stacca, e trasporta seco le pitture di un quadro, di una cornice, o di una volta, per cui passa. Il Dottor Miles ci lasciò la descrizione di un caso curioso da lui osservato in Stretham. Saussure poi ci rapportò quanto avvenne in Napoli a dì 15 di marzo 1773 nel palazzo di Milord Tilney. Trecento individui trovavansi adunati in un' appartamento di sette stanze, e dugento cinquanta domestici si stavano nelle anticamere, allorchè verso le ore dieci e mezzo della sera si udì a un tratto in tutte le camere, e nel medesimo istante un grande scoppio accompagnato da una vivissima luce, onde gli uni lo credettero un colpo di pistola, e gli altri lo riputarono un colpo di tuono. Tutti correvano spaventati senza saper dove, ed ognuno credendo, che lo scoppio fosse accaduto nella camera vicina fuggiva precipitosamente nell' altra opposta. Intanto fra cinquecento cinquanta persone non altro avvenne di sinistro che un poco di spavento ed una leggiera commozione, quando si eccettuino due servi, che alquanto malconci ne rimasero. Si vide inoltre, che le tavole, e gli abiti erano aspersi di una polvere brillante proveniente dalle scaglie della doratura, di cui erano ornate le stanze; e che le sedie mostravano marche visibili del fuoco elettrico che vi era passato.

10. Infine la folgore comparte, o toglie all' acciajo la virtù magnetica, ovvero perverte i poli degli aghi magnetici. Ma Franklin col mezzo dell' elettricità impartì la facoltà magnetica agli aghi d' acciajo, e ne cangiò a suo piacimento i poli, quando erano magnetizzati.

Risulta pertanto da queste osservazioni e sperienze, che gli effetti del fulmine si producono parimente comechè in più debol grado coll' elettricità ordinaria, dimodochè si può per induzione stabilire, che identica ne è la causa.

CAPO SECONDO.

Franklin invitò con una lettera i Fisici d' Europa a tirare colle punte metalliche dai nugoli procellosi la materia del fulmine. Dalibard fu il primo che mandò ad effetto l' ardito pensiero, e ne riuscì felicemente. L' esperienza di Marly-La-Ville fu tosto ripetuta con pari successo da Delor, da Buffon e da Mazeas, e quindi dai più distinti Fisici d' Inghilterra, d' Alemagna, e d' Italia. Lemonnier riconobbe pure, che anche a cielo sereno vi apparivano nel suo apparecchio, e a' periodi regolari segni manifesti d' elettricità.

Il primo che propose ai Fisici d' imprigionare la materia del fulmine sopra un conduttore metallico, acciò si determinasse la natura e il modo suo di agire, fu il celeberrimo Franklin. Questa scoperta è certamente la più bella, che sin' allora si facesse nell' elettricismo. Orazio avea poeticamente detto che chi si avventurò pel primo alle vicende del mare, avesse un cuore armato di triplice acciajo. Ma se fosse

vissuto nello scorso secolo, con quale appropriata imagine avrebbe egli mai presentata la grande arditezza dell'Americano Fisico, che osò con una verga di metallo far scendere dal cielo la folgore, e sforzarla a manifestarsi sotto i suoi sguardi? Niuno al certo contesterà che fu il più bel concetto, che mai uomo di genio abbia saputo immaginare, e mandare a termine felicemente; onde apprezzando il merito dell' invenzione tributiamo lodi immortali al valoroso scopritore.

Dappoichè Franklin ebbe sperimentalmente dimostrato il mirabile potere delle punte di tirare tacitamente da lungi l' elettricità de' corpi, volle farne una bella applicazione per costringere il fulmine a scendere dai nugoli procellosi, ed appalesare la sua elettrica natura. Ma mentre stava con grande impazienza attendendo che si conducesse a compimento un' alta torre, che allora si costruiva in Filadelfia, siccome non gli era dato per mancanza di opportuni edifizj di porre in esecuzione il suo magnanimo pensiero, volle almeno eccitare co' suoi scritti i Fisici d' Europa a farne la pruova.

Per definire, scrive in una sua lettera pubblicata nel 1750, se le nubi procellose siano veramente cariche d' elettricità, io propongo di collocare sovra un' alta torre o campanile una specie di casotto sufficientemente grande per contenere un' uomo, ed uno sgabello coibente, da cui si eleva perpendicolarmente una lunga e acutissima spranga di ferro. Quando poi si temesse di un qualche sinistro accidente per lo sperimentatore, che comunicando colla verga attirasse sul suo corpo l' elettricità delle nubi, si

estrarranno col mezzo di un' arco eccitatore le scintille elettriche senza che venga mai a soffrirne nocumento.

Il primo, che in Europa coraggiosamente rispose al generoso invito dell' americano scrittore, fu il Francese Dalibard, il cui nome sarà per ciò mai sempre memorabile nei fasti dell' elettricismo. Ei stesso pubblicò i felici risultamenti di una sì pericolosa sperienza in una memoria, che letta da lui all' accademia reale delle scienze di Parigi a dì 13 maggio 1752 eccitò in quel venerando e dotto consesso tanta maraviglia, attenzione e diletto, che è impossibile rappresentare con accomodate parole.

A Marly-La-Ville situata in un' amena pianura, e distante sei leghe da Parigi fece il Sig. Dalibard piantare in un suo giardino tre grosse pertiche lunghe ventinove piedi, che disposte in basso alla distanza di circa otto piedi l' una dall' altra erano in alto riunite insieme, e rattenute salde contro l' impeto de' venti col mezzo di corde attaccate a palicciuoli conficcati nel terreno. Fece quindi costrurre fra le due pertiche vicine al muro del giardino un piccolo casotto di legno, entro cui vi collocò uno sgabello elettrico, sul quale ergevasi una verga lunga quaranta piedi, e terminata in punta, e tenuta legata alle tre pertiche con cordoni di seta.

Disposto così l' apparecchio poteva all' occorrenza verificare se realmente vi usciva dall' estremità inferiore della spranga la scintilla elettrica in un tempo procelloso. Ma siccome temeva, che chi si sarebbe cimentato a un sì periglioso sperimento, avesse a riportarne scottature dolorose, commozioni violente, ed

anche la morte, qualora provocasse la scintilla col dito e colla mano, pensò di porlo al sicuro col mezzo di un' eccitatore metallico.

Chiamato a Parigi per alcuni pressanti affari avea prima della sua partenza incaricato un' antico Dragone nominato Coiffier, affinchè all' avvicinarsi di un temporale eseguisse puntualmente l' esperimento, come gli avea insegnato. Pertanto fra le due e le tre ore pomeridiane del 10 maggio 1752 udendo questi un colpo di tuono corse subito alla macchina presentando alla spranga l' eccitatore, allorchè con sua grande soddisfazione vide uscirvi ripetute scintille. Sollecito chiama i vicini, e manda a chiamare il Sig. Raulet Priore, il quale accorse immantinente; e i parrocchiani vedendo la precipitazione del Curato credettero, che il povero Coiffier fosse rimaso fulminato: la qual notizia si sparse tostamente per tutto il villaggio. Arrivato l' onesto Ecclesiastico fra la grandine all' apparecchio fu non poca la sua maraviglia nell' estrarre dalla spranga vivaci scintille. Ma scomparendo ben presto il temporale cessò un sì nuovo, ed inusitato spettacolo. Il Priore scrisse subito a Dalibard informandolo di quanto veniva di vedere, e mandogli la lettera dallo stesso Coiffier, affinchè di presenza gli affermasse la verità del fatto.

Il colpo di tuono che fu cagione di questo memorabile avvenimento, non fu seguito da nessun' altro, comechè cadesse un' abbondante gragnuola. Notisi, che il Sig. Raulet fu sì intento nel tirare dalla verga il fuoco elettrico, che quasi non si accorse di una violenta scintilla che lo colpì nel braccio, se non quando giunto a casa, e continuando a farsi sentire il do-

lore e denudato il braccio vi scorse un' ammaccatura all' intorno di esso, come se fosse stato battuto da un pieghevole filo di metallo.

La pubblicazione di questa curiosissima scoperta produsse sugli animi de' Fisici una profonda impressione; perchè non lasciava più dubbio, che la materia del fulmine fosse identica con quella, che svolgesi nelle ordinarie macchine elettriche.

Delor, che allora insegnava la Fisica in Parigi, tirò a dì 18 dello stesso mese da una barra di ferro eretta nel suo giardino molte elettriche scintille al passarvi sopra di essa un nugolo distante più di due miglia: la quale osservazione gli comprovò pure, che le nubi procellose slanciano ad enormi distanze l' elettricità che contengono. Eseguì di poi lo stesso sperimento alla presenza del Re di Francia, il quale maravigliato di ciò, che veniva di vedere, ebbe la degnazione di fare i più grandi elogi del dottor Franklin.

Anche il celebre naturalista Buffon, e l' abate Mazeas ottenero con analoghi apparecchi in occasione di temporale gagliarde scintille; onde dedussero, che l' elettricità fosse la materia del fulmine. Ma fra le molte sperienze, che in quell' epoca s' instituirono in Francia sull' elettricità atmosferica, meritano una particolare menzione quelle del sig. Lemonnier descritte in una interessante dissertazione che per l' originalità venne pubblicata fra le memorie dell' accademia delle scienze di Parigi per l' anno 1752.

Semplicissimo fu l' apparecchio, che egli eresse nella pianura di S. Germano, ove esercitava la medicina; e consisteva in una pertica piantata nel suolo, e alta 32 piedi, ed avente alla sua estremità supe-

riore infisso un tubo di vetro, sul quale sporgeva una verga di ferro terminata in acutissima punta, cui un lungo filo di ferro poneva in comunicazione con un cordone di seta entro un casotto da lui fatto costrurre per le sue sperienze. Col mezzo di questo apparecchio riconobbe pertanto, che i segni elettrici si manifestavano anche sotto l' influenza di semplici nuvole non temporalesche, massime se alla calma vi sottentrava un vento impetuoso; laddove scompariva ogni sintomo elettrico, se l' aria era ingombra d' umidità in guisa che risguardò una nube come un gran corpo elettrizzato.

Si persuase che la materia del fulmine fosse affatto identica con quella che eccitasi nelle macchine elettriche, allorchè vide che facendo comunicare il filo metallico del suo apparecchio con grossi cilindri di carta dorata, o con conduttori metallici la materia elettrica delle nubi sopra di loro accumulata dava luogo ai medesimi effetti, che l' elettricità ordinaria produce.

Dimostrò pure che la grande elevazione dalla pertica, e l' acutezza della spranga metallica non erano assolutamente necessarie per attirare dalle nuvole procellose la folgore; perciocchè sei barre di ferro di un pollice quadrato, isolate sopra bottiglie di vetro, e poste alla distanza di cinque piedi dal suolo, sebbene non presentassero niente di acuto che i loro angoli, fornirono un' elettricità manifestissima sopra l' apparecchio. Quindi postosi un giorno sopra uno sgabello di resina nel suo giardino, mentre imperversava un temporale, ed elevando la mano si elettrizzò al punto che tirava i corpi leggeri con l' altra, e slan-

ciava vivaci scintille come se fosse stato elettrizzato da una forte macchina elettrica.

In un mattino di luglio del 1752 maravigliossi grandemente al vedere che il filo del suo apparecchio attirava con vivacità la polvere, che vi avvicinava, sebbene il cielo fosse sereno, e vi spirasse un vento secco di nord-est. Non sapendo come ciò spiegare l'attribuì con troppa precipitazione alla siccità dell'aria, credendo che avesse ritenuta sull'apparecchio l'elettricità ad esso comunicata nella notte da qualche nugolo, come si conserva lungamente l'elettricità in un'aria secca sopra i metalli isolati. Ma essendogli avvenuto per caso di vedere nel 22 settembre dello stesso anno la medesima cosa caddegli il sospetto, che un tale attraimento fosse cagionato dall' elettricità dell' aria indipendentemente da qualsiasi nube. Conciossiachè presentando per tutto quel giorno la polvere al filo conduttore la vide sempre attratta, comechè vi spirasse un vento secco. Da quel dì sino alla fine di ottobre il tempo si serbò costantemente sereno, alzandosi il sole, e coricandosi senza mai essere oscurato da alcuna nube. Nel corso di queste sei settimane vi osservò sempre in ciascun giorno nel filo visibili indizj d'elettricità, la quale diminuiva gradatamente verso sera per estinguersi affatto nella notte per la rugiada che vi cadeva, e quindi compariva nuovamente verso le ore dieci d'ogni mattino, manifestandosi così un regolare periodo giornaliero.

Fra le varie osservazioni che ei fece sull' elettricità atmosferica, notò un giorno, che le gocce di pioggia si depositavano sopra un filo metallico in maniera, che le une prendevano una figura rotonda, e

le altre una forma conica. Dall' attento esame di questa singolarità venne a riconoscere, che si succedevano alternatamente in modo che le une erano elettrizzate, e le altre no. La qual cosa parve, gli suggerisse la ragione di quanto pochi anni prima era avvenuto sopra cinque contadini i quali, mentre infuriava un temporale, passando per un campo di Frankfort, furono il primo, il terzo e il quinto mortalmente colpiti dal fulmine, rimanendone illesi il secondo e il quarto. Anche il Signor Amoretti racconta, che il fulmine essendo per il campanile entrato nella Chiesa Parrocchiale di Torria si portò verso quattro donne inginocchiate l' una dopo l' altra per accostarsi successivamente al confessionale, e incenerì la seconda e la quarta lasciando salve la prima, e la terza. Il buon Piovano di quel tempo, che registrò questo fatale avvenimento nel diario della sua Chiesa, avvertì, che quel fulmine non era naturale, ma sibbene mandato da una strega a quelle due donne nemica. Parlando dell' elettrometria vedremo, come il Sig. Amoretti spiegò questo strano fenomeno elettrico.

Fra gli Inglesi si distinsero nel ripetere l' esperienza di Marly-La-Ville i signori Canton e Wilson. Canton dopo varj inutili tentativi, perchè la pioggia gli avea bagnato l' apparecchio, alla fine pervenne il 20 luglio 1752 a estrarvi parecchie scintille. A dì 12 di agosto dello stesso anno Wilson tirò varie scintille dal suo piccolo apparecchio che consisteva in una verga di ferro, la quale entrava per l' una estremità in una bottiglia di vetro cui teneva in mano, e sporgeva coll' altra nell' aria per tre aghi.

Il Padre Beccaria in Piemonte divenne celebre per queste sperienze, dimodochè a que' giorni era il suo nome nella bocca di tutti. Grande veramente fu la sua perspicacia nell' istituirle, distinta l' esattezza, colla quale le descrisse, e mirabile la maestria colla quale le spiegò secondo i principj di Franklin. I suoi scritti sull' elettricità saranno mai sempre letti e ricerchi dai dotti sino a che vi sarà buon gusto delle belle ed utili cose fra gli uomini. Narrerò per qual cagione il Beccaria siasi con tanto ardore consacrato allo studio dell' elettricismo. Il Marchese Morozzo Capo della Riforma avea alla morte del P. Garrò Professore di Fisica nell' Università di Torino indotto il Re Carlo a nominare alla Cattedra di Fisica il Beccaria a preferenza del P. Iacquier, il quale non mancava di possenti protettori. Ma avvenne, che sul conto del Beccaria si sparsero ad arte dai maligni tali dicerie, che offendevano vivamente chi lo aveva proposto come capace di onorare co' suoi talenti la Fisica e l' università; onde il Marchese Morozzo stava impaziente attendendo un' occasione propizia per giustificare solennemente che non erasi ingannato sulla capacità del suo protetto, allorchè lesse nei pubblici foglj l' acclamatissima scoperta di Franklin, che il fulmine non era altro che una forte scarica elettrica. Colpito di un' annunzio così sorprendente, e fatto tosto chiamare il Beccaria, gli disse: » ecco un nuovo ramo di Fisica, non guardate a spesa, ma coltivatelo in modo da rendervi celebre. »

Fu fortuna pel Beccaria, che ebbe un sì possente e generoso Mecenate, come fu fortuna ed onore per le scienze in Piemonte, che fosse il Regio trono cir-

condato da uomini preclari per talento e per dottrina, e proteggitori del vero merito. Compiacciomi in ciò dire, onde sappiasi che vi furono sempre fra noi di belli ingegni e di magnanimi cuori, che colle loro opere rendettero chiaro fra le incivilite nazioni il subalpino Paese.

S'immagini il Leggitore, con quanta alacrità e studio il Beccaria siasi accinto a calcare questa nuova via apertagli in buon punto dall' Americano Fisico. Offeso dalle ciarle degli invidi, stimolato dalle parole del suo Protettore, mal soffrente parità di merito, ed avidissimo di gloria mostrò ben presto a tutto il mondo, quanta fosse la possanza della sua vasta mente nell' applauditissima opera dell' Elettricismo artifiziale e naturale, libri due stampati in Torino nel 1753. Avendo fatto erigere sulla sua propria abitazione una verga di ferro, che convenevolmente isolata sporgea di dodici piedi al di sopra del tetto, col mezzo di una catenella metallica, la quale per un buco fatto nel solajo calava giù in una larga stanza, la pose in comunicazione con una palla metallica del diametro di due pollici. A dì 2 luglio 1752 nello spandersi al di sopra della spranga una nuvola alquanto bassa cavò dalla palla scintille assai vivaci. Altra volta vedendo che una punta appesa alla catenella dava ora il fiocco, ed ora la stelletta, sospettò che la spranga si elettrizzasse tanto per eccesso che per difetto. Il suo sospetto si cangiò in certezza, allorchè nel 16 di agosto il fiocco e la stelletta si replicarono tante volte, e sì di frequente, che fu per lui impossibil cosa l' enumerarle.

Osservatore sagace cercò sempre nelle sue sperien-

ze di costringere la natura a svelare una parte de' suoi segreti, ed impiegando ora spranghe acute ed ora cervi volanti ed ajutato da abili assistenti fece importanti scoperte tanto nell' elettricismo dell' aria in tempo nuvoloso che a cielo sereno; e pubblicò il risultamento delle sue osservazioni nelle lettere, che scrisse al sig. Beccari sull' elettricismo.

Infine la sperienza di Marly-La-Ville fu eseguita con eguale successo in Germania e in altri luoghi, dimodochè per universale consenso de' Fisici si stabilì come una verità evidentemente dimostrata non essere altro il fulmine che una violenta scarica elettrica.

CAPO TERZO.

Franklin tirò col mezzo di un cervo volante l' elettricità dei nugoli procellosi. Si disputò, se i cervi volanti elettrici siano stati usati prima da Franklin, o da Romas. Franklin, Beccaria e Canton osservarono che le nubi erano ora elettrizzate positivamente ed ora negativamente. Narrazione della morte di Richman; ed opinione del Maffei sui fulmini ascendenti.

Franklin ignaro affatto di quanto si era con sì felice successo eseguito dai Fisici di Francia, convinto dell' efficacia delle punte metalliche di tirar dalle nu-

bi il fuoco elettrico, stanco dall' aspettare, che si terminasse la torre che allora fabbricavasi in Filadelfia, non sapeva come porre in esecuzione il meditato suo pensiero per mancanza di opportuni edifizj, allorchè un giorno vide per caso che alcuni fanciulli innalzavano per passatempo un drago volante, onde nacquegli l' idea, che un cervo volante armato di una punta di metallo e ritenuto verso terra col mezzo di un filo di canape si porterebbe più vicino alle nubi, e rapirebbe più facilmente l' elettricità se mai ne contengono. Pertanto se i leggieri globetti, che sogliono fare i ragazzi per trastullo soffiando con un cannello nell' acqua di sapone, coi loro variati colori suggerirono a Newton l' idea della composizione della luce solare, e colla loro ascensione nell' aria a Montgolfier il pensiero della costruzione dei globi aerostatici; fu pure un fanciullesco giuoco, che pose il Fisico d' America in grado di verificare sperimentalmente, cosa fosse la folgore: tanto è vero, che ben sovente da piccole cose nascono sotto propizie circostanze e in virtù di belli ingegni maravigliose scoperte.

Costrutto un cervo volante col mezzo di un fassoletto di seta tenuto disteso da due bastoncini in croce stava anziosamente aspettando, che vi comparisse un temporale per subito portarsi in aperta campagna, ed eseguire l' ideata sperienza. Ma temendo il ridicolo, che i maligni avrebbero sparso sopra di lui qualora non vi fosse riuscito, non fece di ciò parola con nessuno, eccettochè a un suo figlio, che condusse seco, acciò l' ajutasse ad elevare e dirigere il cervo volante.

Nel giugno del 1752 circa un mese dopo l'esperienza di Dalibard all'avvicinarsi di un temporale si portò in fretta Franklin col suo figlio in libera campagna, ove elevò il suo aereo apparecchio. Dopo ripetuti tentativi non potè dapprima cavare dallo spago niuna elettricità, e già disperava di potervi riuscire temendo fortemente d'essersi ingannato nella sua conghiettura, quando per buona ventura vi cadde un poco di pioggia, che inumidì lo spago, ed accrescendo così la facoltà conduttrice balenò tutto a un tratto tra lo spago e il suo dito una scintilla elettrica seguita tostamente da altre. S' immagini ognuno, quale fu in quel momento la gioja di Franklin al cospetto di un fenomeno, che avea sì perspicacemente preveduto, e con tanta costanza studiato. Infatti fu tanta l' emozione che gl' inspirò l' evidenza di una sì importante scoperta, che quasi fuori di se della contentezza sclamò rivolgendosi al figlio: *mi è caro quest' istante, quand' anche fosse l' ultimo di mia vita.* In verità ei non conobbe a quale estremo pericolo si era in quel sperimento esposto, avvegnachè se lo spago fosse stato più bagnato dalla pioggia, o formato di sostanza più conduttrice, ovvero se la nube fosse stata più elettrizzata, avrebbe pagata la sua curiosità colla vita, e le scienze, la filosofia e il suo paese avrebbero in sì tragico modo perduto il loro più valido sostegno.

Si è lungamente disputato dai Fisici se l' invenzione dei cervi volanti elettrici debbasi a Franklin, ovveramente al Sig. De Romas Francese, fisico a que' tempi riputato, ed autore di parecchie belle memorie relative all' elettricità atmosferica. Il sig. Ber-

tholon giudicò la questione in favore di Romas, e mise innanzi diverse ragioni per confermare la sua opinione. » Nella lettera, sono sue parole, che il sig. De Romas lesse il 9 luglio 1752 all' accademia delle scienze di Bordeaux racconta non solamente d' esser riuscito il 9 dello stesso mese a tirare il fuoco elettrico da una spranga di ferro isolata, ma annunzia eziandio il cervo volante. D'altra parte la lettera, in cui il sig. Watson rendè nota l' esperienza istituita a Filadelfia, non è che del 15 febbrajo 1753. Alla verità si pretese, che questa sperienza fosse stata eseguita nel mese di giugno del 1752, ma non si potè allegare veruna pruova, malgrado della disfida, che fece il sig. De Romas; e la nuova di questa sperienza non pervenne realmente a Londra, che nel mese di gennajo del 1753. Anzi avendo il sig. De Romas scritto a Franklin il 19 ottobre 1753, ed inviato le sue due memorie pubblicate nel secondo volume *des savans etrangers*, l' invenzione del cervo volante, che Romas si attribuiva non venne punto contestata da Franklin nella sua risposta del 29 luglio 1754. Perlocchè l' accademia delle scienze di Parigi dopo di avere colla più grande attenzione esaminata questa quistione dichiarò a dì 4 febbrajo 1764, che il sig. Romas avea avuta quest' idea, e l' avea comunicata a parecchie persone pressochè un' anno prima, che il sig. Franklin o egli ne avessero fatta un' applicazione, e che non pare che il medesimo abbia preso da persona l' idea d' applicare il cervo volante alle sperienze elettriche. »

Veramente si scorge nelle date di questa scoperta un tal velame, che non si può con certezza dire a

chi dei due spetta l' anteriorità. Contuttociò per universale consentimento de' Fisici si attribuì il merito di una tale invenzione a Franklin, onde parrebbe far torto alla venerata memoria di lui, se lo si spogliasse per abbellir Romas: conciossiachè non è poi la prima volta, che si è nello stesso tempo fatta la medesima scoperta da due autori posti a tale distanza da essere impossibil cosa, che l' uno sapesse ciò che l' altro faceva. E poi le scoperte sono d' ordinario preparate da una lunga serie di conoscenze e non nascono perfette, come Minerva escì tutta armata dal cervello di Giove, dimodochè non è maraviglia che non si sappia a chi dei due debbasi quest' invenzione.

Ma per giudicare del loro rispettivo merito bisogna notare che Romas immaginò di usare il cervo volante dopo che sapeva, che la spranga metallica attirava più efficacemente l' elettricità delle nubi a misura che ad esse si avvicinava, e dopo che conosceva già la natura del fulmine, e il suo modo di agire in distanza; laddove Franklin non essendo ajutato e diretto da veruna conoscenza anteriore, tutto ciò che ideò, e scoprì a questo proposito, fu creato dalla sola possanza del suo genio, onde parrebbe avere perciò un maggior diritto di essere risguardato come l' inventore de' cervi volanti elettrici; perocchè desso fu, che diede a questi studj il primo impulso, e che aperse un nuovo cammino, che altri poi doveano con onore percorrere. Porgendo però le dovute lodi all' altissimo americano Scrittore non intendo di scemare la fama del Fisico francese, il quale per le molte ingegnose osservazioni ed esperienze sull' elettricità

dell' aria meritasi un' onorato posto in questa storia. Debbo anche notare che l' apparecchio volante usato da Romas fu più proprio per impadronirsi dell' elettricità delle nubi, perchè lo spago in cui vi era intrecciato un filo di ferro traduceva più liberamente la materia elettrica. Infatti cavò dal suo apparecchio scintille dello spessore sin' anco di un pollice, e della lunghezza di dieci piedi, e simulanti lo scoppio del tuono.

I cervi volanti elettrici furono quindi usati per esplorare l' elettricità atmosferica da Musschenbroeck, da Kinnersley principe di Gallizia, da Dentan, e Van-Swinden, e da un nostro illustre Piemontese il celebre Beccaria.

Franklin, dappoichè si convinse col mezzo del cervo volante, che la materia del fulmine era identica coll' elettricità, ne studiò diligentemente le proprietà innalzando sulla sua casa una lunga spranga di ferro terminata in punta, ed attirando così l' elettricità delle soprastanti nubi riconobbe, che in otto temporali l' elettricità era negativa, onde avea conchiuso che le nuvole fossero sempre elettrizzate negativamente. Ma non andò guari che osservò che altre nuvole erano elettrizzate positivamente; anzi che la stessa nuvola passava alcuna volta dall' uno all' altro stato elettrico opposto. Queste osservazioni furono parimente fatte da Canton in Inghilterra, ed in Piemonte dal P. Beccaria senza che sapessero, che tutti e tre si occupavano delle stesse cose, e con eguale successo.

Entrerei in troppo lunga diceria se volessi parlare di tutti quelli, che dell' elettricità atmosferica si occuparono. Tuttavia non voglio astenermi dal dire due parole del Canonico Giulio Cesare Gattoni di Como.

Ei fece innalzare nel più alto muro del suo giardino un pino terminato da un' asta di ferro acuta e isolata, dalla cui base condusse sin nel suo gabinetto un filo metallico sopra un' apparato di nove campanelli, e sopra un Moro di legno, il quale avea in mano una pistola elettrica del Volta; e dal suono dei campanelli e dallo sparo della pistola, era avvertito dell' elettricità dell' aria e delle nubi. Narra, che un giorno il celebre De Saussure, mentre saliva le sue scale, fortemente si spaventò all' improvviso sparo della pistola, e che prestamente chinò il capo temendo d' esserne colpito.

Una prova evidente, che l' elettricità è la causa del fulmine, si ha nella relazione del Professore Jallabert all' abate Nollet sul viaggio fatto nel 1767 sopra le alpi dal suo figlio, e dai signori Saussure e Pictet: imperciocchè narra, che un giorno essendo sorpresi in cima del Breven da un forte temporale si maravigliarono grandemente nel vedersi elettrizzati al punto, che all' estendere le dita vi escivano vivaci scintille, e che esperimentarono le medesime sensazioni, come sotto l' azione dell' elettricità.

Non sempre, ed impunemente si può obbligare la folgore a scendere dalle nubi. Terribili esempj chiaramente dimostrarono quanto sia perigliosa impresa il maneggiar la materia del fulmine; e la morte di Richman spaventò i Fisici, e li rese più cauti.

Richman professore di Fisica a Pietroburgo avea innalzata sulla sua casa una lunga ed acuta verga di ferro, a cui avea aggiunto un gnomone da lui ideato per misurare l' elettricità delle nuvole. Era il 6 di agosto 1753, ed assisteva ad una seduta dell' acca-

demia delle scienze, allorchè udito appena lo scoppio del tuono corse frettoloso a casa col disegnatore Solokow, il quale doveva rappresentare in intaglj le apparenze fulminee. Stava Richman in piedi, ed alquanto inclinato sopra il gnomone per osservare accuratamente gli effetti dell'elettricità della nube, allorchè d'improvviso un violento globo di fuoco grosso come il pugno slanciossi dalla bacchetta del gnomone sulla testa del Professore, e lo stese all'istante morto al suolo. Solokow cadde tramortito a terra, e privo di sensi; e rinvenuto di poi si risovveniva d'avere veduto il globo fiammeggiante, ma non mai d'avere udito lo scoppio del tuono. Il gnomone fu ridotto in piccoli frantumi, e la porta che dava ingresso alla stanza spaccata in più pezzzi.

Indarno si tentò con tutti i mezzi dell'arte medica di farlo rinvenire, gli fu aperta per due volte la vena, ma non vi escì il sangue; fu stropicciato con forza, ma non die' più segno di vita. Presentò sulla fronte una macchia rossa, e la scarpa sinistra bucata, ed una marca turchina nella parte del piede corrispondente al buco della scarpa.

Notomizzato il cadavere si trovò intatto il cranio ed il cervello; nella trachea e nella cavità toracica un po' di sangue stravasato: sani erano i polmoni. Il tubo alimentare non offerse alcuna lesione che all'esofago, e negli intestini tenui. Dopo le quarantott'ore dalla fulminazione il cadavere era siffattamente corrotto che a mala pena si potè riporre nel feretro.

Dappoichè si riconobbe che il fulmine è una violenta scarica elettrica si cercò dai Fisici se dalle nubi scagliasi sempre il fulmine sulla terra, ovvero se da

questa in iscambio slanciasi verso il cielo. La distinzione de' fulmini ascendenti e discendenti era gia stata fatta dagli antichi Etruschi, i quali credevano esservi fulmini che si precipitano dall' alto verso il basso, ed altri poi che dalla terra vomitano verso le nubi il loro esecrabile fuoco. Tra i moderni il primo, che parlò di fulmini ascendenti, fu il Marchese Maffei, il quale sin dal 1713 in una lettera che scrisse al prof. Vallisnieri riferì un fulmine ascendente da lui osservato al Castello di Fosdinovo situato sopra una montagna. Quindi in un trattato che pubblicò nel 1747 sulla formazione de' fulmini asserì non potersi credere che da nuvole vengono saette; e cercò di comprovare questa proposizione in apparenza paradossa colle vestigie lasciate dal fulmine, le quali mostrano colpir sempre di basso in alto. L' abate Girolamo Lioni impugnò dapprima l' opinione del Maffei, ma poi dopo d' aver veduto scoppiare diversi fulmini credeva che realmente si dessero fulmini ascendenti. Richter, Marsilli, Corradi, Fortunato, Seguier ed altri distinti Fisici abbracciarono l' opinione del Maffei.

Fra le molte osservazioni, che si pubblicarono sopra i fulmini ascendenti, notabili sono quella del sempre celebre ed infelice Lavoisier come si può leggere fra le memorie dell' accademia di Parigi per l' anno 1772, e l' altra, che fece l' abate Chappe d' Anteroche nel 1761 in Siberia, ivi mandato dal Re di Francia per osservare il passaggio di Venere. Anzi quest' ultimo opinava che il fulmine si elevasse silenzioso lungo i corpi conduttori, e non scoppiasse che ad una certa altezza.

L' opinione del Maffei non piacque a Nollet, il quale voleva che i fulmini non fossero mai ascendenti, nè discendenti, ma che sempre si formassero per l' instantaneo congiungimento delle due correnti elettriche effluente dalla terra, ed affluente dal cielo. Nell' ipotesi di Franklin è facil cosa lo spiegare quequeste due specie di fulmini secondo la diversa direzione della corrente elettrica: perocchè il fiocco e la stelletta che si veggono in tempo di procella sulla punta delle spranghe frankliniane, sono una chiara prova, che l' elettricità ora vi entra per gettarsi nel suolo, ed ora n' esce per slanciarsi verso le nubi.

CAPO QUARTO.

I Parafulmini sono stati inventati da Franklin. Osservazioni, che ne comprovano l' efficacia. Parafulmine portatile di Davy; parafulmini per i parapioggia; e parafulmini per le femine, e per gli uomini. Effetti terribili della caduta del fulmine nelle polveriere. Quistione sulla forma più acconcia da darsi alle spranghe frankliniane. Sperienze di Franklin, di Le Roy, e di Nairne sulla virtù delle punte. Curiose osservazioni di Amoretti sui fulmini di ritorno. Istruzione teorico-pratica sui parafulmini dell' accademia delle scienze di Parigi. Leslie cercò di screditare questi apparecchi preservatori; ed Elice dimostrò che il suono delle campane non attira il fulmine.

Dappoichè Franklin ebbe sperimentalmente dimostrato non esser altra cosa il fulmine, che una forte

scarica elettrica, da buon' Inglese e desideroso di utilizzare le scoperte del suo ingegno in prò della patria, e dell' uman genere pensò di strappare col mezzo di spranghe accuminate dalle mani di Giove le sue terribili saette, e di arditamente condurle sovra conduttori metallici sotterra, acciocchè fossero al sicuro, e preservati dai danni della sua caduta l' uomo, e le sue abitazioni. Per la qual cosa se si dimostrò grande e vivamente punse la curiosità de' dotti colla sua clamorosa scoperta della natura elettrica del fulmine, lo fu ancora più per il mirabile trovato dei parafulmini, i quali conserveranno mai sempre vivo presso tutti i popoli, e in tutte le età il benemerito di lui nome.

Debbe l' idea della costruzione dei parafulmini alle belle sperienze che fece sulla virtù delle punte di tirare da lungi l' elettricità de' corpi, onde conghietturò, che innalzando delle acute spranghe metalliche sui tetti, varrebbono a spogliare i sovrastanti nugoli della materia fulminea, e che se mai venisse a cadere il fulmine, si getterebbe a preferenza su loro, perchè per la catenella metallica troverebbe un libero passaggio nel suolo lasciando intatti i sottoposti oggetti, e conseguentemente le denominò dal loro uso parafulmini.

Se all' estremità di un' edifizio, dice Franklin, si collochi una lunga, ed acuta spranga di ferro, che senza interruzione vada a immergersi sin' entro la terra umida, attirerà per la sua punta il fulmine, e fornendolo un libero passaggio nel suolo impedirà che scoppii sopra l' edifizio e lo danneggii. Quando poi questo fosse assai esteso, allora è bene per mag-

giore sicurezza, che si erigano sopra di lui due o più spranghe.

Fuvvi chi pose in dubbio l' efficacia delle spranghe franklinianе; anzi si divulgò, che fossero più proprie a far cadere il fulmine sugli oggetti, che si vorrebbono in sì strania maniera preservare: e non vi mancò pure chi chiamasse questo sì importante trovato un sogno, una chimera. Anche il nostro celebre Beccaria si mostrò a principio molto ritroso nell' ammettere una tale virtù delle punte; ma non andò guari che si convinse della realtà della cosa, ed invitato orrevolmente a munire il famoso Duomo di Milano di accomodati parafulmini, pubblicò in loro favore una pregevole operetta.

Franklin solito ad attenersi ai fatti non badò punto alle obbiezioni teoriche, che gli opposero i Fisici sulla utilità pratica della sua invenzione. Se ci fosse dato di vedere, dice, in senso orizzontale la parte inferiore di un nugolo procelloso, si osserverebbe frastagliata da esilissime nubecole, le quali locate le une sotto le altre concorrono tutte insieme a trasmettere verso il suolo la materia elettrica che contengono. Ma per rappresentare in una maniera visibile questo singolare giuoco delle nuvolette attaccò al conduttore un fiocchetto di cotone fino e cardato col mezzo di un filo lungo due pollici; egualmente a questo ne attaccò un secondo, ed al secondo un terzo in guisa che fossero tutti e tre ad un' egual distanza; e quindi ponendo in azione la macchina elettrica i fiocchetti si estesero da loro stessi verso la sottoposta tavola, siccome avviene fra le sopradette nubecole, e la terra. Ma se al di sotto del

fiocchetto più basso presentava una punta di metallo, si rinserrava all' istante verso il secondo, e questo verso il primo, di maniera che tutti insieme si portavano verso il conduttore, a cui aderivano per tutto il tempo che vi teneva al di sotto la punta. Questo palpabile giuoco dei fiocchetti di cotone dimostrerebbe chiaramente la grande efficacia delle punte nello spogliare le nubi della loro elettricità.

Innumerevoli osservazioni depongono in favore dei parafulmini. Presceglierò fra i molti fatti, che potrei citare, i seguenti:

Racconta il Sig. Hichtemberg, che nella Carintia sopra una montagna in vicinanza di una campagna del Conte Orsini di Rosemberg v' ha un campanile, sopra cui soleva di tempo in tempo cadervi il fulmine, e sì sovente, che nella state si tralasciava di celebrare nella chiesa i divini uffizj, perchè parecchie persone erano rimaste miseramente fulminate. Nel 1730 essendo stato gettato a terra da un' orribile scoppio di fulmine fu di nuovo edificato, ma la folgore continuò a cadervi le tre e le quattro volte per anno, sino a che nel 1778 fecevi tali guasti, che gli abitanti furono costretti di demolirlo per riedificarlo per la terza volta. Ma essendo stato alla fine munito di conveniente parafulmine non dicesi più che ne venisse danneggiato.

Leggesi negli archivj della Procureria di Venezia il ragguaglio di nove colpi di fulmine, che nel corso di quattro secoli guastarono il campanile di S. Marco, e delle riparazioni che in seguito a ciò si dovettero fare. Narrasi pure che in queste fulminazioni rimasero fulminate, e morte parecchie persone

nelle vicine botteghe. I Procuratori di questa chiesa spaventati della frequenza di tali scoppj, e temendone dei nuovi, ed altronde considerando le forti spese che si dovettero fare per le riparazioni, di cui una costò più di otto mila ducati, decretarono, che venisse armato di un parafulmine, dandone l' incarico all' abate Toaldo distinto Fisico di que' tempi e molto pratico di queste cose, acciocchè fosse elevato dietro tutte le regole della scienza, siccome fu messo a luogo a dì 18 maggio 1776. Tuttavia venne di nuovo danneggiato da un fulmine, che caddevi il 24 maggio 1812. Ma questa fulminazione avvenne, perchè il conduttore in vece di terminare in un pozzo d' acqua perenne, s' immergeva entro un canale, che inserviva per lo scolo delle acque piovane. Locchè dimostra, quanto debbono essere grandi le precauzioni da usarsi nel collocamento di un parafulmine.

Forster narra nel suo viaggio intorno al mondo, che trovandosi presso l' isola di Otahiti ha veduto discendere per la catena attaccata al grand' albero il fuoco elettrico, e gettarvisi nel mare. Con tutto ciò niuna commozione, o danno riportò il bastimento. Anche il Capitano Cook nel suo viaggio attorno al mondo riferisce, che una terribile procella accompagnata da lampi e tuoni, e da dirotta pioggia occasionò gravi danni a un naviglio Olandese detto l' *Indiano occidentale* col fare a pezzi il grand' albero, il grande perrocchetto, e la grande vela di gabbia; e che nello stesso istante dello scoppio ei vide lungo la catena del parafulmine del suo vascello scorrervi una striscia spaventevole di fuoco che produsse una violenta scossa analoga a quella di un

tremoto; onde pare verisimile che anche al suo vascello sarebbe toccata la medesima sorte dell' *Indiano occidentale*, se per buona fortuna non fosse stato munito di parafulmine.

Gl' Inglesi armarono di parafulmini i bastimenti che dovevano inservire per lunghi viaggi, dappoichè Baukes e Solander di ritorno dalle Indie raccontarono, che il loro vascello munito di parafulmine andò salvo dai disastri, che ebbe a soffrire nella spiaggia di Batavia un' altro bastimento chiamato il Dutck, che trovavasi vicinissimo a loro.

Persuasi i fisici dell' utilità dei parafulmini ne ammonirono i popoli coi loro scritti; onde si videro in pochi anni innalzarsi nell' uno e nell' altro emisfero sopra gli edifizj questi apparecchj preservatori. Specialmente i governi si mostrarono solleciti nel munire le polveriere di parafulmini, dappoichè una funesta sperienza aveagli ammaestrati dei terribili effetti della caduta del fulmine sovra di esse. In fatti un fulmine caduto nel 1769 sopra una torre di Brescia vi die' fuoco a più di due milioni di libbre di polvere contenuto in un sotterraneo di essa, e nella subita accensione, e nel violento scoppio rovesciò di più della sesta parte delle case della città, infranse e gittò la torre sì orribilmente per aria, che furono alcune pietre scagliate all' enorme distanza di otto miglia, ed un cannone di grosso calibro fu gittato alla distanza di un miglio e mezzo. Rimasero vittima infelice di questa tremenda catastrofe tre mila individui. Altri casi funesti dell' istantanea accensione di polvere nei magazzini per causa di fulmini ammonivano nel più evidente modo i Governi a cercarvi

un pronto riparo a sì gravi disastri, e Franklin ne porse un maraviglioso e sicuro preservativo nelle sue spranghe di metallo dimodochè i cittadini possono ora vivere tranquilli nelle loro case e in vicinanza di polveriere, nè più debbono temere di vedersi a un tratto sepolti fra le rovine delle loro abitazioni per la caduta del fulmine.

Fra i varj parafulmini notabile è quello proposto dal celebre Davy, portatile e di comodo uso per chi dimorando in luoghi, ove cade di frequente la folgore, corre pericolo di rimanerne colpito. In una canna si contengono alcune bacchette di ferro, che si tirano a volontà pei loro capi, e quindi riunendole s'impianta l'una estremità nel terreno, ed elevasi l'altra di nove piedi circa al di sopra della superficie del suolo, dimodochè un' individuo, che si colloca alla distanza di pochi passi, rimane al sicuro.

Il sig. Barben du Bourg, che tradusse le opere di Franklin in Francese propose un parafulmine pei parapioggia. Adattandosi, dice, in cima a un parapioggia di seta una acutissima punta di metallo della lunghezza di un piede, e attaccando alla sua base un cordoncino d'argento, che scorrendo lungo uno degli ossi di balena, e fissato quindi all' estremità di esso col mezzo di un rampino discenda, e vada a toccare con un fiocchetto la superficie della terra, avverrà, che se per caso venisse a cadere il fulmine, sarebbe attratto dalla detta punta, e tradotto per il cordoncino di argento liberamente nel suolo. Ma ciò posto, dirà taluno, e perchè mai non si pensò a preservare il bel sesso dai guasti della folgore? Oh! sì non v'inquietate, si pensò alle amabili Signore, perchè an-

che ai Fisici batte per esse in petto il cuore, e fu il sig. Bridone membro della società reale di Londra. Questo distinto accademico riputava i capelli puliti e secchi come i migliori preservativi contro il fuoco fulmineo; e in appoggio di ciò riferisce uno strano caso accaduto alla signora Douglas. Stava ella, mentre infuriava un temporale, a una finestra aperta, allorchè si vide a un tratto, e con suo grande spavento incenerita da un fulmine la cuffia. Fu buona ventura per lei, esclama il sopra lodato Fisico, che i suoi capelli fossero allo stato naturale senza essere imbrattati di polvere e di pomata, e senza essere armati di spille; e se si trovò maravigliosamente salva da un sì grave pericolo, debbelo alla mancanza di toaletta in guisa che il fuoco fulmineo non potendo per la naturale coibenza de' capelli trasmettersi al capo, e alla sua persona trovò un più facile passaggio pei corpi vicini. Perlocchè considerando, che le femmine per obbedire alle imperiose leggi della moda sono costrette a portar scarpe, calze e vestimenta di seta, ungersi i capelli, e circondarsi il capo di fili di metallo, e di spilloni d' oro e d' argento, e vedendole perciò poste nelle condizioni di altrettanti parafulmini, le propose caritatevolmente di attaccare agli spilli d' argento e d' oro, di cui si fregiano la testa, una piccola catenella, o filo di metallo, che scorrendo sopra i capegli vada a terminare per terra. Farà maraviglia pertanto che gli spilli e la catenella producano sul capo delle donne il medesimo effetto preservativo, che i conduttori elettrici producono in cima alle torri, e sulle fabbriche, e in questa semplicissima maniera siano conciliate le esigenze del-

la moda colla preziosa conservazione del gentil sesso.

Fuvvi chi scongiurò le nuvole procellose colla spada alla mano credendo con ciò di spogliarle della loro esuberante elettricità, e di mettersi così al sicuro del fulmine. Altri poi suggerirono come un preservativo infallibile, anzi come un vero talismano per andare esente dal fulmiue il collocarsi in occasione di temporale sotto una grondaja, perchè così si troverà l' individuo nelle stesse circostanze del ratto bagnato nella sperienza di Franklin. Altri infine proposero di acconciarsi sul capo una punta alquanto sporgente, da cui vi penda un filo metallico, che per maggior sicurezza si terminerà in un pozzo, o in un ruscello d' acqua: le quali cose dimostrerebbono che anche i parafulmini ebbero il loro lato ridicolo, e i loro romanzi.

Sorse poi quistione tra i Fisici sulla forma più acconcia che debbesi dare alle spranghe frankliniane. Consultata la società reale di Londra nel 1772 dal Governo Britannico per sapere se si dovevano guarantire le polveriere col mezzo di parafulmiui, i commissarii scelti a esaminare tal cosa, e a darne un giudizio, convennero tutti sull' opportunità dei parafulmini, ma allorchè si trattò della forma che doveasi loro dare, Wilson fisso nell' idea, che le spranghe dovessero essere rotondate e mozze, rifiutò di segnare la deliberazione firmata dagli altri sulla forma aguzzata, donde nacque una specie di scisma, che, dicesi, sia stato promosso da autorevole personaggio, il quale si dichiarò pei parafulmini mozzati, perchè Franklin uno dei principali capi della rivoluzione Americana avea detto, che doveano terminare in punta. Ma il

tempo e i fatti fecero alla fine vedere la convenevolezza della proposizione di Franklin, e la fallacia in vece della opinione Wilsoniana.

Le belle osservazioni, che a questo proposito pubblicò il celebre Dottor Franklin, dimostravano i vantaggj che hanno le punte sui corpi mozzi nel preservare gli edifizj dai danni della folgore. Questa opinione di Franklin fu quindi dilucidata con accomodate sperienze dal sig. Le Roy in una memoria da lui letta il 13 novembre all'accademia reale delle scienze di Parigi. Conciossiachè ei fece vedere che le punte tirano da lungi, e tacitamente l' elettricità del conduttore elettrico non apparendovi la scintilla che debolmente, ed in grande prossimità, mentre che un corpo mozzo non assorbisce l' elettricità che coll' apparirvi della scintilla, la quale scagliasi da lungi, e molto più energicamente, perchè la forza degli effetti elettrici è proporzionale alla densità del fluido elettrico, e alla rapidità con cui attraversa i corpi secondo la loro diversa forma e natura. Ma una prova palpabile, che le punte tirano da lungi l' elettricità, si ha in un' ago finissimo, il quale presentato a una certa distanza da una boccia di Leyden assorbisce tacitamente la sua elettricità, sicchè toccato nelle due armature non dà più che una leggiera scossa. Ma il pericolo del fulmine non sta appunto nell' esplosione? Dunque l' opinione di Wilson debbesi rigettare anche come pericolosa.

Il sig. Edoardo Nairne in una memoria, che lesse in due volte nel mese di giugno del 1778 alla società reale di Londra si fece sperimentalmente a provare che le punte, acciò siano efficaci ed assorbiscano

da lungi l' elettricità, debbano elevarsi al di sopra degli oggetti circonvicini. Infatti avendo introdotto un filo metallico in un foro della pallottolina dell' eccitatore osservò che, quando sporge di un decimo di pollice, vi apparisce un punto luminoso anche alla distanza di trenta pollice dal conduttore elettrico, mentre che, se non sopravanza dalla superficie della pallottolina, scagliasi l'elettrico scintillando con esplosione e alla sola distanza di sedici pollici.

Il sig. Amoretti riconobbe nelle sue osservazioni elettrometriche, che i campanili più alti, che a ricordar d'uomini andarono esenti dal fulmine, s' innalzano sopra un terreno senza elettromotore sottoposto, o vicino; e che in iscambio gli oggetti fulminati trovansi sopra o a lato di vene sotterranee elettromotrici; onde a parer suo la caduta frequente del fulmine in un luogo debbe essere un'indizio pel mineralogo di sottoposta miniera.

I conduttori Frankliniani debbono terminare sotterra in vene acquee, bituminose e metalliche; acciocchè la materia elettrica, che slanciasi pel conduttore Frankliniano nel suolo, possa liberamente scorrere pei sotterranei conduttori sino a che trova un' opportuna via per uscire, e ascendere di nuovo alle nubi, e restituirvi così il perduto equilibrio; onde non è maraviglia se in un luogo veggasi discendere dal cielo la folgore, e in un' altro all'incontro slanciarsi verso le nubi. Mahon distinse col nome di colpi di ritorno que' fulmini che contemporaneamente colpiscono due oggetti lontani. Il canonico Gattoni di Como fu il primo in Italia a studiare questi colpi o fulmini di ritorno; e stando pazientemente in

tempo di procella nella sua specola per esaminare con diligenza come traducasi la materia fulminea nel conduttore della sua torre, si convinse che una casa vicina fu più di una volta fulminata contemporaneamente alla sua torre. Il prelodato Amoretti investigando, quali mai fossero le vie, che percorre il fulmine sotterra per passare da uno in altro oggetto, crede, che un tal passaggio abbia luogo per le vene acquee, bituminose e metalliche; e che fulmine non cada e non sorga, ove non trovi un sotterraneo elettromotore, che il traduca liberamente. In verità anche i signori Nollet, Landriani e Delametherie opinavano, che il fulmine si trasmettesse sotterra per le vene d'acqua, o pei filoni metallici. Saussure poi al vedere una capannuccia sita sul pendio di un monte e fra gli alberi fulminata, avea conghietturato, che una vena d'acqua vi scorresse al disotto, come di fatto vi scorreva. Perlocchè Amoretti conchiuse, che il conduttore, il quale immergesi in un' acqua stagnante di una cisterna, non valga a preservare l'edificio che ne è munito: perchè l'acqua priva di corso fa le veci di una gran boccia di Leyden, atta piuttosto ad accumulare l'elettricità che a disperderla nelle viscere della terra. Parvegli, che questa conghiettura venisse confermata dal seguente fatto avvenuto appiè della lanterna del porto di Genova. Narrasi che il custode essendo andato ad attinger acqua dalla cisterna che è scavata nello scoglio, sovra cui s'eleva l'altissima torre, ed in cui s'immerge la catena metallica del parafulmine della lanterna, non la ebbe ancora toccata colla secchia, che un violento fuoco si avventò a lui, rovesciandolo sbalordito per

terra. Amoretti spiegò questo strano accidente dicendo, che la spranga frankliniana attira l'elettricità delle nuvole, e col mezzo della catena la traduce entro la cisterna, come passa l'elettricità artificiale dal conduttore nella boccia di Leyden; e che la secchia, la corda e l'uomo non inservono che a promoverne la scarica.

I danni nel 1822 cagionati dalla folgore sopra parecchie chiese determinarono il ministro di Francia a mandare in esecuzione il progetto che erasi da lungo tempo ideato di munirle di opportuni parafulmini; onde invitò l'accademia delle scienze di Parigi a comporre un'istruzione, che servisse di norma agli operai nella costruzione di questi elettrici apparecchj. I commissarii scelti furono i signori Boisson, Lefevre, Girard, Dulong, Fresnel, e Gay-Lussac, che fu l'autore della famosa istruzione divisa in due parti l'una teorica, e l'altra pratica, di cui credo util cosa il dare un breve sunto.

Nella *parte teorica* dicono essere il fulmine una violenta scarica dell'elettricità di una nube. La celerità della materia elettrica è prodigiosa, ed immensa, sebbene muovasi attraverso ai corpi con velocità ineguale secondo la diversa loro natura. Chiamano *conduttori* i corpi, che si lasciano attraversare rapidamente dall'elettricità, e in iscambio *coibenti* quelli, che la traducano difficilmente. La resistenza, che un corpo conduttore oppone all'elettricità, cresce per la lunghezza e per la piccolezza del suo diametro sino a diventare maggiore di quella che oppone un cattivo conduttore di una lunghezza minore e di un diametro maggiore.

Le molecole elettriche si respingono scambievolmente, e non sono rattenute sui corpi che per la pressione dell' aria, contro la quale esse pure esercitano una pressione proporzionale al quadrato del loro numero dimodochè, se questa prevale, scappano sotto forma invisibile, o di scintilla. La densità elettrica è sopra una sfera da per tutto eguale; in un' ellissoide è più grande ai due punti estremi del suo grand' asse, e diventa infinita sulla punta di un cono.

Chiamasi parafulmine una spranga acutissima di ferro collocata sugl' edifizj e messa in comunicazione colla terra umida o coll'acqua di un pozzo. L' elettricità di una nube trovando un libero passaggio nel parafulmine cadrà su lui anche a una maggior distanza piuttosto che gettarsi sopra un' altro conduttore rotondato e mozzo. Un parafulmine acquista un' efficacia maggiore a misura che si eleva nell' atmosfera, e la distanza, a cui estende la sua azione, comechè non si conosca esattamente, Charles vuole che difenda gli oggetti compresi nello spazio circolare che abbia per raggio il doppio della sua altezza. È infatti dietro questa regola che si dispongono i parafulmini sopra gli edifizj.

Non si dà esempio, che la folgore abbia fusa una barra di ferro dello spessore di 14 millimetri. Gli si dà però comunemente una grossezza maggiore alla base, acciocchè resista all' impeto de' venti, e liberamente traduca il fulmine senza che ne sia distrutta.

Quando si vede la saetta e si ode il tuono, il pericolo è già passato; perchè chi è colpito dal fulmine, e ritorna alla vita, non si ricorda d'avere veduto il lampo, e udito il tuono.

In occasione di temporale è pericoloso il rifuggirsi sotto gli alberi di grande altezza, come pure il riunirsi al di sotto di oggetti molto elevati, e nelle chiese. Il sito meno sicuro in una stanza è il cammino, perchè la fuliggine è più conduttrice dei mattoni; e si deve preferire un canto opposto alle finestre, e lontano da ferramenti un pò considerevoli.

La folgore arroventa, fonde, e volatilizza i fili metallici. Si sono vedute delle spranghe fulminate che erano fuse per lo spessore di 3 a 4 millimetri. Questa intensissima temperatura proviene in parte dalla instantanea violentissima compressione dell'aria e dei corpi che attraversa, sicchè se infiamma i corpi molli quali sarebbero la paglia, il fieno e il cotone, squarcia all'incontro, o sdrucciola sulle sostanze più compatte.

Nella *parte pratica* dicono che la spranga, la quale si eleva sopra gli edifizj, dee essere quadrata di forma piramidale acutissima. Per un'altezza media di 7 a 9 metri la verga dee avere una base di circa 60 millimetri di lato, e per un'altezza di 10 metri ne dee avere in iscambio una di 63 millimetri. Ma siccome il ferro s'irrugginisce per l'azione dell'aria, perciò si suole tagliare l'estremità acuta della spranga di ferro, e saldarvi sopra un'ago di platino, o una punta di rame dorata. Si fissa stabilmente la spranga sopra il tetto introducendo la sua base in un foro praticato nella trave e quindi si ferma con apposite briglie, ovvero s'impiomba con tre o quattro contrafforti sulla volta del soffitto.

Il conduttore di un parafulmine formasi di parecchie barre di ferro insieme unite. Fissato alla base della spranga si fa scorrere sopra rampiconi parallelamente al

tetto, quindi ripiegandosi sulla cornice della fabbrica e scendendo in basso si prolunga entro un pozzo, o profondamente nella terra sino a che s' immerga nell' acqua. Sotto terra si fa scorrere in un tubo pieno di carbone, onde non sia irrugginito dall' umido. In mancanza di pozzo si farà con un trapano del diametro di 16 centimetri un buco nella terra alla profondità di cinque metri e anche del doppio quando il terreno sia secco, e quindi si farà scendere nel mezzo il conduttore che terminerà per diverse branche, e infine si riempierà la buca con carbone.

Quando siano due le spranghe erette sopra un' edifizio, se si faranno comunicare insieme le loro basi, un sol conduttore basterà per porle in comunicazione col suolo. Ma se poi sieno diverse, si faranno del pari comunicare tra loro le basi, e quindi due conduttori le metteranno in comunicazione colla terra.

Si usa anche come conduttore una corda metallica incatramata, che per la sua flessibilità riesce più comoda massime pei parafulmini collocati sui campanili. Questa corda si compone di quattro cordicelle, le quali constano di quindici fili di ferro. A due metri di distanza dal suolo si riunisce a una barra di ferro come meno ossidabile dall' umidità. Le corde poi di fili di rame, o di ottone sono da preferirsi, perchè si conservano più lungamente, e sono più conduttrici.

Se nella composizione di una fabbrica vi entrano pezzi di metallo alquanto considerevoli, bisogna farli comunicare tra loro, e col conduttore mediante un filo dello spessore di 8 millimetri, acciocchè, se per mala ventura si slancii sopra di esse una porzione di fulmine, non ne avvenga danno al fabbricato.

Sopra le chiese e sopra le torri le spranghe debbono avere l' altezza di 5 a 8 metri secondo la loro estensione. Sopra i campanili poi basterà l' altezza di 1 a 2 metri, ed anche si potrà far senza, purchè si ponga la croce in comunicazione col suolo mediante il conduttore. Il prof. Toaldo fece partire il conduttore dall' angelo di legno foderato di lamine metalliche, e posto sul campanile di S. Marco in Venezia. La regola generale, che una spranga difende uno spazio circolare di un raggio doppio della sua altezza entro i limiti di 5 a 10 metri, non può applicarsi ai parafulmini dei campanili, perchè non si sa, se per la loro altezza preservino le sottoposte chiese, le quali si dovranno perciò munire di parafulmini.

Si debbono usare le più minute cautele nella costruzione e collocamento dei parafulmini per le polvriere. Conciossiachè la più leggiera soluzione di continuità nel conduttore può dar luogo alla scintilla, ed essere cagione, che s' infiammi il polverino che volteggia per l' aria, e si deposita sopra di esse. La quale infiammazione comunicandosi all' interna polvere produce accidenti gravissimi. Si collocheranno pertanto i parafulmini non già sopra le conserve, ma bensì sopra grossi pali piantati alla distanza di tre metri, e di un' altezza tale che colla spranga sporgano di cinque metri sopra l' edifizio. Qualora poi la conserva sia una torre, si armerà di un doppio conduttore senza spranga, acciocchè la preserva nel caso che vi cadesse il fulmine, senza però tirarlo da lungi. In mancanza di parafulmini si procurerà almeno di guarantire l' edifizio con alberi piantati alla distanza di cinque metri.

Si armano poi di parafulmini i bastimenti fissando in cima del grand' albero, ed anche sull' albero di trinchetto una spranga acutissima di rame, che si fa comunicare col mare mediante una corda di metallo.

L' efficacia, e l' utilità dei parafulmini si appoggia all' osservazione di settanta e più anni. Negli Stati Uniti d' America, ove le massime di Franklin sono presso quegli abitatori tenute in grande venerazione, ed i temporali sono frequenti e terribili, l' erezione dei parafulmini è pressochè popolare. Sarebbe anche desiderabile che anche in Europa, e principalmente tra noi ne fossero gli edifizj più universalmente muniti acciocchè, quando i temporali coi loro orribili scroscj di tuono ci fanno rabbrividire, sottentrasse tosto nei cuori la sicurezza che siamo con ciò intangibili dalla folgore, e nè più si avessero ogni anno a lagrimare chi è la vittima infelice della sua caduta.

L' egregio prof. Majocchi, il quale tradusse in italiano l' interessante istruzione dell' accademia di Parigi sui parafulmini, consiglia di sostituire ai conduttori i tubi metallici, che dalle grondaje conducono le acque pluviali nel suolo, purchè alla loro estremità inferiore si attacchi una verga di rame, che s' interna profondamente nel suolo, o meglio ancora in un pozzo. Raccomanda eziandio di porre in comunicazione coi conduttori le statue, le docce, le banderuole e gli altri pezzi metallici prominenti sugli edifizj, e specialmente le lamine di piombo, o di rame, le quali coprono i comignoli delle case, o le cupole delle chiese.

Il valente prof. Configliachi, che succedette al Volta nell' insegnamento della Fisica nell' università

di Pavia, e che in Italia molto si distinse fra i più chiari cultori dell' elettricismo, tenne accomodato discorso dei parafulmini in un suo scritto stampato nel tomo xx. delle memorie di fisica della società italiana delle scienze. È narra, che molti tentati vi si fecero dai Fisici nella scelta del metallo pei conduttori franklíniani, e che sin dai primi tempi si costrussero di rame perchè è un' eccellente conduttore e di poco costo. Quindi il cav. Marsiglio propose il ferro, e per preservarlo dalla ruggine consigliò d'inverniciare ad olio e di stagnare le sbarre o i fili di esso. Ma nel 1802 si tornò all' antico metodo, dappoichè le sperienze di Van-Marum e di Children dimostrarono che il ferro in confronto di altri metalli si ossida facilmente per l' umidità dell' aria, si arroventa, e si fonde sotto l' azione di una forte corrente elettrica: quando in tempi a noi più vicini il meccanico Luigi Marelli di Milano propose di nuovo con notabile risparmio di spesa di sostituire nella costruzione dei parafulmini i fili di ferro stagnato a quelli di rame. Questa proposizione fu diligentemente esaminata dal celebre fisico di Pavia; e comechè dica che i parafulmini fatti secondo il nuovo metodo di Marelli possano essere efficaci per preservare gli oggetti dai guasti della folgore, ciò non ostante vi sparge alcuni dubbj, e crede che il Fisico debba attenersi al vecchio metodo confermato da mille fatti sino a che l'esperienza di molti e molti anni ci abbia assicurato doversegli il nuovo preferire; e sia di tal maniera conciliata la sicurezza dell' effetto coll'economia della spesa.

Da quanto abbiamo sin qui detto, farà certamente maraviglia, come a tempi nostri abbia Leslie impu-

gnata l' efficacia dei parafulmini, come si legge in Ferussac, scienze fisiche e matematiche 1829. pag. 130. » Per prevenire la scarica, o il fulmine, sono sue parole, bisognerebbe, che tutta l' aria compresa tra la nuvola tempestosa e la terra fosse successivamente portata a contatto della punta del parafulmine; ma siccome a quest' aria succedonvi costantemente altre porzioni d' aria elettrizzate dalla nuvola, l' effetto del parafulmine sarà simile a quello, che risulterebbe togliendo una goccia d' acqua dall' Oceano. Mentre non si può provare, che i parafulmini abbiano prodotti utili risultamenti, si possono citare parecchi fatti, che comprovano il contrario. Quasi tutti i bastimenti armati di parafulmini sono stati più o meno fulminati. » Questo ragionamento comechè sia ingegnoso, è fuor d' ogni dubbio insussistente in Fisica. Imperciocchè è un fatto incontrastabile che le punte metalliche attirano da lungi l' elettricità. E poi lo scopo dei parafulmini non è già solo di assorbire dai nugoli soprastanti la materia fulminea, ma eziandio di tradurla liberamente nel suolo, quando venga a cadere senza che colpisca, ed offenda i sottoposti oggetti. Se poi alcuni edifizj o bastimenti muniti di parafulmini furono danneggiati dal fulmine, ciò debbesi attribuire alla loro costruzione imperfetta, e non a mancanza d' efficacia, che l' hanno manifestissima, e l' esperienza la comprovò con tanta evidenza che è oramai una verità dimostrata. Qual mai verità può essen salva ed intatta da difficoltà opposta per bizzarria da qualche ingegno? Fu ben savio quell' antico filosofo che dopo avere pazientemente ascoltato da un sofista venticinque argomenti

contro il moto de' corpi, non altro gli rispose che muovendosi dal sito, ove sedeva. Basterà adunque a tutte le obbiezioni, che si sono fatte contro i parafulmini, opporre la facoltà delle punte di tirar da lungi l' elettricità, ed il potere dei metalli di trasmetterla liberamente, acciò sia evidentemente dimostrata la loro utilità.

Prima che si conoscesse essere il fulmine una forte scarica elettrica si credeva comunemente che il suono delle campane valesse ad allontanare, e disperdere i temporali. Ma dappoichè si scoperse che l'elettrico è il possente principio che agita, e sconvolge le nubi procellose, si pensò che le ondulazioni dell' aria cagionata dal suono delle campane aprissero una facil via al fulmine per slanciarsi dalle soprastanti nuvole verso gli oggetti terrestri. Anche una fatale sperienza aveva fatto vedere, che parecchi de' suonatori di campane erano miseramente rimasi vittima infelice del fulmine. Il Sig. Deslandes riferì nel 1718 all' accademia delle scienze di Parigi, che nella notte del 14 al 15 aprile dello stesso anno il fulmine era caduto sopra 24 campanili, in cui si suonavano alla distesa le campane, incominciando da Landernau sino a Saint Paul de Lion in Bretagne; e che aveva rispettato quelli, in cui non si suonava. Per il che i Fisici, i Governi, i Vescovi, e i Parroci hanno messo in opera ogni mezzo per persuadere i contadini essere pericolosissima cosa il suonare le campane quando imperversa un temporale.

Il sig. Ferdinando Elice professore supplente alla cattedra di fisica nell' Università di Genova, osservatore sagace, e conosciuto dai fisici per le sue in-

gegnose esperienze *sulla singolare rottura dei fili*, *sul nuovo mezzo per preservare le gomene dalla rottura e le ancore dall' aramento*, *sopra un nuovo metodo per fissare le navi in alto mare*, *e sulle eccezioni*, *a cui va soggetta la legge idrostatica d' Archimede*, ha sin dal 1817 nel suo saggio sull' elettricità ammessa l' opinione, che il suono delle campane non attrae il fulmine, perchè il suono di un campanello non attrae da un conduttore vicino fortemente elettrizzato la scintilla. Fuvvi però chi disse contro il professore Genovese che ciò fosse disonorante per la scienza il divieto superiore di suonare le campane in occasione di temporale. Ma chi ciò, afferma dimostra di non avere compresa la mente del sig. Elice; giacchè anch' egli commenda la proibizione di suonare le campane, non già perchè il suono attira il fulmine, ma perchè il suonatore si trova più esposto ad essere fulminato tanto per l' altezza del campanile, quanto per i varj pezzi di metallo che vi entrano nella sua costruzione, e massime per la conduttibilità della corda che tiene in mano.

CAPO QUINTO.

Si videro in ogni tempo individui, i quali nel bujo slanciarono dal loro corpo vivaci scintille. Curioso si è il fatto narratoci dal Beccaria. Mirabili poi sono le sperienze di Symmer sulle calze di seta, e sulla coesione delle lamine di vetro contrariamente elettrizzate, come pure è commendabile la sua famosa teoria dei due fluidi vitreo e resinoso.

Fra le varie ipotesi proposte dai fisici per spiegare i fenomeni elettrici, due principalmente, come nel primo volume dicemmo, nelle scuole si disputarono l' imperio, e sono la teoria delle effluenze ed affluenze elettriche dell' abate Nollet, e quella dell' elettricità in più o in meno di Beniamino Franklin. Ma un novello ordine di fenomeni osservati dall' Inglese Symmer tolse dall' obblio, in cui si giaceva sepolta, la bella distinzione delle due elettricità vitrea e resinosa di Dufay, che dal nome di chi nuovamente la propose, e di nuove pruove l' abbellì, fu per consentimento universale de' fisici denominata *ipotesi Symmeriana.*

Maravigliaronsi i padri nostri, allorchè videro dagli umani corpi uscirvi scintilluzze di fuoco ora spontaneamente dai capelli, ed ora dalla pelle nello svestirsi alla sera. Plinio, Tito Livio, e Dionigi d' Alicarnasso, narrano esservi uscito dal corpo di Servio Tullio ancor fanciullo, mentre dormiva, una fiam-

mella splendentissima, che riempì di un sacro terrore i circostanti, i quali la credettero prodigiosa. Il Mantovano Poeta faceva certamente a ciò allusione, allorchè nel libro secondo dell' Eneide parlando di Creusa, che in sulla soglia attraversata ed empiendo la magione di pianto e di stridore presentava affettuosamente a Enea il fanciuletto Iulo, scrisse:

Cum subitum, dictuque oritur mirabile monstrum.
Namque manus inter, mæstorumque ora parentum,
Ecce levis summo de vertice visus Iuli
Fundere lumen apex, tactuque innoxia molli
Lambere flamma comas, et circum tempora pasci.

Narrasi, che nella battaglia contro i Cartaginesi vi uscì una brillante fiammella dalla testa di Lucio Marzio; e Giulio obsequente racconta, che un giovine d' Aricia offerse un somigliante prodigio. Ma se questi splendori che svolgonsi dall' uman corpo, sono d'ordinario superficiali ed innocenti, divengono talvolta perniciosissimi e funesti, siccome si ha una terribil pruova nella combustione spontanea de' corpi viventi.

Sonvi degli individui, che nel levarsi la camicia slanciano vivaci scintille, come accadde al Cardinale Buoncompagni, ed a Cassandra Burri Rambalda di Verona. Cooke in una lettera pubblicata nel 1748 nelle transazioni anglicane dice, che ei vide più volte generarsi brillanti scintille nel separare i suoi abiti da un giubbetto di flanella, che portava sulla pelle.

» Se al bujo, scrive il P. Beccaria nel libro secondo dell' Elettricismo naturale pag. 166, si stropiccino i peli di un gatto, od anche di un cane, o la chioma di un cavallo n' escono scintille, che e nella luce e nello scoppio e nella puntura rassomiglia-

no quelle che slanciansi dalla catena. È anche notissimo quanto accade a moltissimi uomini che in spogliarsi la camicia vedono al bujo simili scintille, e ne sentono le punture, senz' altro stropicciamento. E a questo proposito ho un' osservazione assai particolare, che ne mostra altre proprietà dell' elettricismo naturale de' viventi in tutto conformi alle proprietà conosciute nell' artificiale. Questa l' ha fatta, hanno due mesi, sulla sua propria persona, e me l' ha comunicata e a voce e in iscritto il sig. Alessandro Amedeo Vaudania, uomo che intende assai bene le cose astronomiche, e osserva con diligenza i fenomeni della natura. » Da che, dic' egli » nella relazione manoscritta, il freddo si è fatto più » rigoroso, cioè da circa dieci, o dodici giorni, mi » sono vestito tralle due camicie una camiciuola di » Castoro. Ogni sera in cavarmi di dosso la prima ca» micia, che è sopra la camiciuola, e che cambio o» gni giorno, m' accorgo, ch' essa ha alcuna adesione » colla camiciuola medesima, e in separarnela sento » molti scoppi di scintillette elettriche, le quali os» servate al bujo non differiscono dalle scintille de' » sperimenti elettrici. Poi appena comincio a spogliar» mi la camiciuola, sento che essa si sta anche più » fortemente attaccata alla camicia di sotto; ne la » separo a forza, e me la spoglio; e recatemela nel» la mano destra osservo, che il lembo della cami» cia gli sta ancora attaccato, e con esso si scosta » dal mio corpo. Ritengo in mano la camiciuola e » la slontano più che posso, sicchè necessariamen» te la camicia se ne separa e questa allora tosto » corre al mio corpo. Ravvicino la camiciuola, e la

» camicia ricorre a lei. La slontano, e la camicia ri-
» corre al mio corpo, e per più volte la camicia re-
» plica queste specie di vibrazioni, che per altro
» successivamente s' illanguidiscono, e in poco tem-
» po cessano affatto. »

» Questa relazione, che si è compiaciuto darmi in iscritto il suddetto Signore, me l' avea fatta a voce un dì immediatamente dopo d' aver pranzato, sedendo al fuoco; sicchè era un' ora ben intera che egli non aveva fatto altro moto più violento, che quello di trasportarsi da tavola al fuoco acceso nella medesima stanza, dove aveva pranzato. Sentita la relazione mi feci recare del refe, e gliel' accostai esteriormente all' abito; e mi parve che ne fosse tratto, massimamente verso la schiena, in alcuna piccola distanza. Lo pregai a sbottonarsi l'abito innanzi al petto, e ad aprire la camicia, e sì ne presentai il filo alla camiciuola, e ne fu tratto alla distanza di un pollice e più, e apertasi la camiciuola medesima, e ripiegatala all' infuora, il filo ne fu tratto anche da distanza naggiore; l' esperienza si è rinnovata in presenza de' valorosissimi professori di Medicina li signori Dottori Donati e Carburi. »

» Lo stesso Signore per diverse sere a mia inchiesta ha replicata la seguente sperienza. Mentre che stavasi spogliato, e tenea nella man destra la camiciuola, colla sinistra le presentava la punta di un' ago; ed osservava su questa punta la piccola luce, che io chiamo stelletta elettrica, e che egli ha molto attentamente considerato in occasione che ha veduto i miei sperimenti. »

Se questi curiosi fatti che colpiscono solennemen-

te gli sguardi e l' immaginativa anche degli uomini più rozzi, fossero stati dai fisici con maggior diligenza studiati, si sarebbero scoperte verità importantissime pei progressi dell' elettricismo. Ma il primo che a questo proposito instituì una lunga serie d'osservazioni e di sperienze, fu Symmer, che con la ipotesi di due fluidi distinti e forniti d' azione contraria non solamente spiegò i fenomeni elettrici conosciuti, ma anche ne scoprì dei nuovi. Con tutto ciò quest' ipotesi non fu che più tardi e mercè l'opera di Coulomb e di Poisson, che acquistò un' alto grado di probabilità, e che venne insegnata nelle scuole, dappoichè eglino in guisa veramente maravigliosa ridussero gli effetti elettrici a rigoroso colcolo, rappresentandone i diversi casi particolari col mezzo di formole algebriche e generali. Ma di Coulomb e di Poisson parleremo a suo luogo: ora proseguiremo a raccontare com' ebbe origine la Symmeriana ipotesi, che una sì benefica luce sparse nell' elettricismo.

Narra Symmer, che disgiungendo in una sera di inverno, essendo il tempo rigido e secco, due calze di seta una bianca, e l' altra nera appena estratte dalla gamba vide scagliarvisi vivaci scintille. Vivamente colpito da una sì strana singolarità volle riconoscerne la causa; e a tale effetto fecevi molte sperienze, che furono da lui con grande corredo di dottrina consegnate nelle memorie, che lette nel 1749 alla società reale di Londra furono quindi pubblicate nelle transazioni anglicane.

Ricercando primieramente quali mai fossero le circostanze, in cui le calze scintillano, parvegli vedere che la combinazione del colore bianco e nero ne fos-

se propriamente la causa; posciachè le scintille non appariscono mai sì forti, che quando si portano sulla stessa gamba le due calze di seta bianca, e nera. Vide pure che sino a tanto che le due calze sono l'una entro l'altra non presentano segni elettrici, cui disgiunte manifestano all'istante: avvegnachè attraggono i corpi leggieri, si cercano a vicenda, e scintillano con strepito. Ma se si allontanano in guisa che non esercitino più alcuna azione fra loro, si enfiano siffattamente, che pare vi sia dentro la gamba. Osservando quindi che l'elettricità, la quale si genera nella calza bianca, differisce ne' suoi effetti da quella, che svolgesi nella nera, come l'elettricità del vetro diversifica da quella della resina, opinò, che ne' corpi vi esistono due fluidi elettrici distinti non già indipendenti l'uno dall'altro siccome credeva Dufay, ma all'incontro sempre coesistenti e dotati di azione contraria, attraendosi e neutralizzandosi a vicenda, e costituendosi così allo stato naturale; poichè caricando una boccia di Leyden coll'elettricità di una calza la si può facilmente scaricare e senza esplosione coll'introdurvi l'elettricità dell'altra.

Collocate le due calze a poca distanza l'una dall'altra, si attraggono, si ricongiungono, e strettamente combaciandosi sembrano perdere ogni virtù elettrica, la quale ricomparisce tostochè si separano. Ma se alle due calze, che aderiscono tra loro, se ne presentano due altre più gagliardamente elettrizzate, si disgiungono per unirsi a queste.

Symmer gittando un giorno per caso una calza di seta appena estratta dalla gamba contro la tappezzeria della camera, fu non poco sorpreso di vedere,

che aderiva tenacemente rimanendovi sospesa per quasi circa un' ora. Anche gettandola contro altri corpi liscii e puliti vi si attaccava come alla tappezzeria. Ma se alle due calze l' una bianca e l' altra nera aderenti al muro ve ne accostava due altre del pari elettrizzate, portavasi la bianca sulla nera e la nera sulla bianca, e staccandosi insieme ciascuna rimaneva aderente a quella, sovra cui si era spontaneamente slanciata. Bizzarro in vero si è il movimento che ha luogo tra due calze nere tenute in una mano, e due calze bianche tenute nell' altra, perchè le calze dello stesso colore si respingono scambievolmente, mentre si ricercano e si attraggono quelle di colore diverso.

Misurando col mezzo di una sensibilissima bilancia la forza che vi vuole per disgiungere due calze di seta bianca e nera tenute per qualche tempo sulla gamba, strofinate colla mano, ed estratte insieme, ottenne i seguenti risultamenti.

1. Una calza di seta bianca del peso di diciotto denari e dieci grani sostiene senza che staccasi dalla calza nera entro cui trovasi, una libbra cinque oncie e un denaro, per cui la coesione eguaglierebbe ventidue volte il suo peso.

2. Quando poi le due calze si combaciano col loro riverso, la calza bianca fa equilibrio a tre libbre e tre oncie di maniera che la coesione sarebbe eguale a cinquanta volte il suo peso.

3. Quando la calza bianca pesa un' oncia, sedici denari e otto grani, e il suo diritto combacia col rivescio della nera, equilibra nove libbre, sicchè la coesione equivarrebbe a sessantaquattro volte il suo peso.

4. Infine quando queste combaciano col loro riverso, la calza bianca solleva quindici libbre, un denaro e dieci grani, onde la coesione corrisponderebbe a cento sette volte il suo peso.

Volle quindi determinare la forza, con cui due lastre di vetro contrariamente elettrizzate stanno aderenti tra loro; e caricandone due, che sottili erano, sovraposte l' una sull' altra ed armate nella loro superficie esterna da una foglia di stagno, e sollevando la lamina sovrana pe' suoi due angoli vide che trasportava con lei aderente anche la sottoposta, la quale staccavasi non sì tosto che la scaricava. Ma se essendo elettrizzate le rovesciava, e faceva comunicare col conduttore elettrico la lamina che era in comunicazione col suolo e faceva in vece comunicare col suolo quella che comunicava col conduttore; ad un certo grado d' elettrizzamento cessava ogni loro elettrica adesione. Le quali sperienze dimostrano quanto si allontana dal vero la teoria delle due correnti affluente ed effluente di Nollet, perchè nell' adesione delle due lastre le due elettricità contrarie agiscono come due potenze antagoniste.

Per non dilungarmi di soverchio ometterò di parlare delle altre sperienze che Symmer fece sull'elettricità delle calze di seta, e delle lastre di vetro, ed esporrò in iscambio i precipui fatti, che appoggiano la sua bella ipotesi dei due fluidi vitreo e resinoso, e che la rendono agli occhi de' fisici molto verisimile.

Si suppone nell' ipotesi Symmeriana comporsi l' elettrico di due fluidi distinti attraentisi l'un l'altro, i quali coesistenti e neutralizzati nello stato naturale de'

corpi non manifestano alcun indizio di loro presenza 1. perchè ha luogo in questo loro congiungimento una specie di equilibrio o riposo elettrico, 2. perchè attratti del pari dalla materia stessa de' corpi esistono nei loro interstizj in una combinazione intima. Se poi per una qualsivoglia causa, quale sarebbe lo stropicciamento vengano, i due fluidi disgiunti, passa uno sul corpo stropicciato, e l' altro sullo strofinacciolo. Symmer ritenne la denominazione di Dufay, e chiamò il fluido che d' ordinario generasi sul vetro *vitreo*, ed in iscambio *resinoso* quello che si produce sulle resine. In due corpi, che si stropicciano mutuamente si accumula in uno il fluido vitreo, e nell' altro il resinoso; così nella macchina elettrica isolata il fluido vitreo dei cuscinetti passa sul disco roteante di vetro, e da questo si diffonde sul contiguo conduttore, mentre il fluido resinoso del conduttore passa sul disco, e da questo sopra i cuscinetti, dimodochè si accumula sul primo una doppia dose di fluido vitreo, e sul secondo in vece una doppia dose di fluido resinoso. Ma niuno dei due fluidi separatamente è il fluido elettrico, come il solo gas ossigeno, o azoto non costituisce l' aria atmosferica, la quale componesi d' ambedue i gas. Come mai, dirà taluno, avviene che questi due attuosissimi fluidi non manifestano più, quando sono riuniti, alcuna azione? Non si hanno forse, direm noi esempj di sostanze attivissime ed infense che riunite più non nuocono, e sono quasi di niuna azione fornite? Chi non conosce la facoltà corrosiva dell' acido solforico e della potassa caustica? Eppure questi due veleni combinati insieme formano un sale neutro,

che la medicina adopera come un blando ed innocentissimo purgante.

Tutta la differenza, che esiste tra l' ipotesi di Franklin e quella di Symmer consiste in ciò che nella prima si considerano i fenomeni elettrici prodotti da un solo fluido, e nella seconda in iscambio si suppongono due fluidi distinti, e forniti d' azione contraria. Impertanto l' elettricità vitrea di Symmer corrisponde in effetto all' elettricità positiva o in più di Franklin, e l' elettricità resinosa di quegli all' elettricità negativa, o in meno di questo. Inoltre è anche ben lungi di essere dimostrata l' esistenza del fluido elettrico, e tanto meno quello dei due fluidi vitreo e resinoso: tuttavia si suppongono come esistenti, perchè la loro esistenza reale o ipotetica ci pone in grado di rappresentare più distintamente ciò che si osserva del continuo nei corpi elettrizzati. Laonde le belle sperienze di Coulomb, e principalmente le dotte investigazioni di Poisson, il quale tanto onora co' suoi talenti e co' suoi scritti le Matematiche, la Fisica, e la Francia, rendono vie più verisimile la teoria di Symmer, siccome quella che spiega i fenomeni elettrici in una maniera facile e corrispondente a quanto l' osservazione, l' esperienza, e il calcolo dimostra.

Un corpo strofinato presenta ora l' una e ora l' altra delle due elettricità vitrea e resinosa secondo la natura dello strofinacciolo, e di altre particolari circostanze che accompagnano la fregagione. Si dee però eccettuare l' elettricità che si svolge sul dorso di un gatto stropicciato con qualsivoglia corpo, perchè dessa è sempre vitrea. La specie dell' elettricità di

un corpo si determina facilmente col mezzo di un'elettroscopio carico di un' elettricità conosciuta, perchè offre nella sua attrazione o repulsione un' indizio visibile della natura dell' elettricità, che si vuole conoscere.

I fenomeni dell' attrazione e della repulsione elettrica si possono rappresentare nel seguente principio: *le molecole elettriche della stessa specie si respingono mutuamente, e in iscambio si attraggono quelle di nome contrario*; dimodochè due corpi elettrizzati vitreamente o resinosamente si sfuggono a vicenda in virtù delle repulsioni esercitate dalle molecole elettriche della stessa specie, ed invece quando sono carichi d' elettricità contrarie si avvicinano in forza delle attrazioni delle molecole di un fluido sovra quelle dell' altro di contrario nome. Per comprendere, come abbiano luogo le attrazioni, e le repulsioni elettriche, si suppongano due corpi A e B allo stato naturale. Quattro sono le azioni, che il corpo A esercita sopra B, cioè le repulsioni delle sue due elettricità sulle elettricità simili di B, e le attrazioni delle sue due elettricità sulle elettricità contrarie di B. Ma queste quattro azioni essendo nello stato naturale eguali e contrarie producono l'equilibrio, o il riposo elettrico.

Ora supponendo che A e B siano conduttori e di forma sferica, e che A sia carico di fluido vitreo, e B sia invece allo stato naturale, sospeso a un filo isolante e a poca distanza di A, avverrà che il fluido vitreo di A agendo sul fluido naturale di B lo scomporrà ne' suoi due fluidi elementari, e attirerà il fluido resinoso verso la parte che gli sta dirimpetto, e respingerà il fluido vitreo nella parte opposta e più lon-

tana. Ma il fluido vitreo di A, esercitando per la minor distanza un' azione maggiore sul fluido resinoso di B, supererà la repulsione che il fluido vitreo di A esercita sul fluido vitreo di B in guisa, che B si avvicinerà ad A sino a mutuo contatto, per cui il fluido resinoso si unirà con una parte del fluido vitreo di A, e si produrrà così una certa dose di fluido naturale; ma il fluido vitreo restante si spanderà egualmente sopra di A e di B, onde si respingeranno a vicenda. Si vede pertanto che la teoria di Symmer verrebbe in conferma del principio di Epino, cioè che un corpo elettrizzato non può attrarne un' altro non elettrizzato, se non quando lo ha tolto per attuazione dal suo stato naturale.

Le due elettricità di B separate per l'attuazione di A tornano a ricomporsi, e a neutralizzarsi compiutamemente, quando B si allontana da A; ma se si fa, mentre è in presenza di A, comunicare col suolo, si opera una scomposizione più estesa, perchè passa nel suolo il suo fluido vitreo nell' atto stesso che slanciasi da questo sopra di lui un' egual dose di fluido resinoso; ed allora rimosso si troverà carico di fluido resinoso.

La scintilla elettrica nasce dalla violenta collisione dei due fluidi vitreo e resinoso mossi in contrario senso. Così quando si avvicina il dito al conduttore carico d' elettricità vitrea, ella si slancia da questo contro di lui; mentre scagliasi dal dito verso il conduttore un' egual dose d'elettricità resinosa per l' equilibrio dei loro poteri. Quando poi si fa comunicare col conduttore elettrico l' armatura interna di una boccia, l' elettricità passa sopra di essa, ed

accumulandosi agisce attraverso le pareti del vetro sul fluido naturale dell' armatura esterna, e scomponendolo ne' suoi due fluidi attrae quello di nome contrario e respinge l' omonomo. Quest' accumulamento e scomposizione di elettrico prosegue sino alla perfetta carica; ed allora, se mediante un corpo conduttore si pongano le due armature in comunicazione tra loro, scaricansi le due elettricità l'una contro l'altra, si combinano, e si neutralizzano compiutamente.

Questa seducente ipotesi trovò valenti oppositori, e il più valoroso fu certamente il sig. cavaliere Leopoldo Nobili, il quale formatosi, com' egli dice, lo spirito sulle opere dei più grandi elettricisti, come sarebbero Franklin, Beccaria, e Volta, ne' suoi *nuovi trattati sopra il calorico*, *l' elettricità e il magnetismo* screditò a tutta possa la Symmeriana ipotesi, condannando inappellabilmente all'obblio il dualismo. Con tutto ciò molte sono le pruove che rendono verisimile l' esistenza delle due elettricità, e tra le altre notabili sono le seguenti.

1. Conducendo sulla lingua col mezzo di una punta metallica l' elettricità vitrea e resinosa imprime la prima un sapore acido e invece la seconda un gusto alquanto caustico ed alcalino.

2. L' elettricità vitrea tradotta sopra una carta tinta di girasole e inumidita cangia il colore in rosso, e all' incontro la resinosa fa scomparire la macchia rossa prodotta dall' azione dell' elettricità vitrea.

3. L' elettricità vitrea esce da una punta sotto forma di un fascetto luminoso o di stelletta, e la resinosa in iscambio sotto forma di un punto luminoso, o di fiocco.

4. Vi sono delle sostanze, le quali conducono facilmente l'una, e non l'altra delle due elettricità vitrea e resinosa.

5. Infine il sig. Moll facendo passare una scarica di parecchie grosse bocce di Leyden attraverso una sottil foglia di stagno vide, che nei punti colpiti dall'elettrica corrente vi apparivano due fori distinti coi contorni sporgenti e rovesciati, come se fossero stati prodotti da due aghi mossi paralellamente ed in contrario senso. Le quali cose come si potranno spiegare senza supporre due elettricità dotate di opposta azione? Ma nella scelta di una ipotesi è ragionevol cosa attenersi a quella, che più adeguatamente spiega i fenomeni elettrici sino a che se ne proponga un'altra più propria e più convenevole.

CAPO SESTO.

Nollet e Cigna usarono i nastri in iscambio delle calze di seta. Questi poi pubblicò due pregiatissime memorie, nella prima delle quali discorse della forza coartativa dell' aria, e nella seconda fece conoscere il prezioso suo trovato di moltiplicare l' elettricità senza fregamento. Il Beccaria oppose alle due elettricità Symmeriane i suoi famosi sperimenti sull' elettricità vindice. Giuseppe Eandi e il suo nepote Anton-Maria Vassali-Eandi, debbon essere orrevolmente commemorati per ciò, che scrissero sull' elettricità.

Nollet non sì tosto ebbe contezza delle belle sperienze di Symmer, che sollecito le comunicò all'ac-

cademia delle scienze in una memoria che lesse il 1 di aprile 1761, acciocchè fossero in Francia conosciute. Ma comechè molto egli apprezzasse il merito delle scoperte dell' illustre accademico di Londra tribuendo all' autore i più distinti elogi, si credè tuttavia in obbligo di notare alcuni sbagli, in cui cadde, e di suggerire quelle mende, che riputò del caso. Conciossiachè l' inglese Fisico opinava che il calore del corpo umano fosse la vera causa che elettrizza le calze; mentre che Nollet voleva che il calore non fosse assolutamente necessario, ma solamente proprio ad accrescerne l' intensità. In fatti due calze di seta bianca e nera introdotte l'una nell' altra e riscaldate al fuoco si elettrizzano energicamente, o sia che si fregano con la carta grigia, ovveramente con un pezzo di stoffa ripiegata più volte. Inoltre Symmer sostenne che fosse il contrasto del nero e del bianco come colori la cagione, che elettrizza la calza bianca alla maniera del vetro e la nera come le resine. Ma siccome non ignorava che le belle sperienze istituite da Dufay dimostravano chiaramente contro l'opinione di Grey, essere gli elementi che formano i colori e non già i colori per se stessi la causa della differenza degli effetti elettrici osservati nei corpi della medesima natura, e diversamente colorati; perciò avvertì che le sperienze del Fisico francese non aveano a che fare colle sue, in cui la sola opposizione del color bianco e nero produceva nella calza bianca l'elettricità vitrea, e nella nera la resinosa. Quest' asserzione fu con forza impugnata da Nollet, il quale fece vedere che anche nel bujo della notte, in cui è estinta ogni luce e perciò ogni colore, riusciva compiu-

tamente l' esperienza delle calze, dimodochè non dipendeva al certo dai due colori o raggi diversi in contrasto tra loro, siccome voleva Symmer. Laonde sapendo, che nella tintura nera vi entrano il vitriolo verde e la noce di galla, immerse le due calze bianche di seta l' una nella soluzione di vitriolo e l' altra in una decozione di noce di galla; e fattele seccare, successivamente le stropicciò contro un' altra calza bianca e nuova, d' onde scoperse che anche quella che era stata immersa nella decozione di galla, comechè si serbasse bianca, si elettrizzava alla maniera della calza nera. Dal che conchiuse, che le singolarità notate da Symmer provenissero dagli ingredienti, che compongono i colori.

Quindi Nollet nel ripetere le varie sperienze di Symmer avendo introdotto un tubo di vetro in una calza di seta nera osservò, che stropicciati aderivano tra loro senza dare alcun indizio d' elettricità, mentre che disgiunti manifestavano le stesse elettricità delle calze, per cui stabilì come una regola generale e nuova, » che due corpi di natura atti a elettriz-
» zarsi per lo strofinamento l' uno alla maniera del
» vetro, e l' altro come le resine acquistano un' elet-
» tricità assai forte, quando distesi l' uno sull' altro
» si stropiccino insieme. »

Infine nel terzo tomo delle sue lettere, ove fece le glose delle sperienze di Symmer, dice, che due calze distese sopra un piano deferente, e quindi strofinate si elettrizzano assai bene, e che se in loro vece si adoperano nastri di seta, si elettrizzano essi pure come le calze. Ma queste sperienze coi nastri furono poi in differenti maniere variate dal Dottor

Cigna, di cui con vera compiacenza ora m' appresto a parlare, perchè per le sue rare ed eccellenti doti d' animo, e colle sue immortali scoperte, ed eruditi scritti illustrò sommamente l' università di Torino, e le fisiche discipline in Piemonte fecondo sempre d' anime generose, e di belli ed eletti ingegni.

Gian Francesco Cigna natio di Vico insegnò per molti anni e con molta riputazione l' anatomia nella Regia Università di Torino; e fu uno dei tre illustri fondatori dell' accademia delle scienze. I gentili Torinesi stimavano in lui il professore esimio, e il medico valente, ed affettuosamente lo amavano per le sue peregrine qualità di mente e di cuore. Era desso infatti per dottrina e nelle lettere compitissimo, e per virtù e nei costumi venerando. Varii sono gli scritti che ci tramandò colle stampe; ma ciò che più onora, e ci rende caro il benemerito di lui nome, sono le sperienze che con straordinaria maestria instituì sull' elettricità: e comechè le abbia spiegate coi principii di Franklin, spandono però una viva luce sulla teoria delle due elettricità vitrea, e resinosa.

Il padre Beccaria lo accarezzava con molta predilezione ancor giovinetto qual suo paesano, e caramente lo amava qual figlio di una Beccaria. Quest' affezione crebbe vie più quando lo scorse di cuore ingenuo, e di mente capacissima a segnalarsi nelle scienze: onde lo ammise insieme al giovine conte Giuseppe Angelo Saluzzo ed a Luigi Lagrange alle sue private esercitazioni. Molto si gloriava di avere sì distinti allievi, e grandemente si compiaceva d' esser loro di guida nello studio della Fisica: allorchè venne a un tratto in-

terrotta ogni loro amichevole relazione, dappoichè gli obbiettarono forse con troppa giovanile precipitazione alcuni nuovi trovamenti elettrici, i quali si opponevano ai principj di Franklin, cui egli con tanta passione avea preso a difendere. Privi sul più buono di un sì dotto precettore, e d'altronde avidi d'istruirsi e di comunicarsi a vicenda le proprie cognizioni pensarono di formare una Società Letteraria che fu da prima detta *Società Filosofico-matematica privata*, quindi orrevolmente chiamata *Società Reale* e infine salutata *Accademia Reale delle scienze.* Sin dal suo nascere raccolse nel suo grembo sì eletti ingegni, che l'essere in essa ammesso e il sapervisi distinguere è, al dire del conte Bava, come l'andarne chiaro in tutto il mondo letterario.

Disputavasi tra i Fisici, se l'aria fosse necessaria ai movimenti elettrici; allorchè il Cigna sciolse ogni difficoltà in una memoria che si legge pubblicata nel tomo secondo delle Miscellanee di Filosofia e di Matematica della Società Reale di Torino. Dopo le sperienze di Boyle, degli Accademici Fiorentini, di Hauksbée, di Grey, di Dufay e di Nollet negando gli uni ciò che gli altri affermavano, si era da taluno supposto che fossero ne' corpi le due elettricità vitrea e resinosa diversamente coartate dall'aria. Ma le belle osservazioni del Beccaria, che dimostravano essere nell'aria diradata e nel voto barometrico gli scostamenti elettrici proporzionali alla quantità della materia elettrica che è rattenuta dall'aria sopra i corpi, suggerirono al Dottor Cigna di verificare esperimentalmente, se l'aria fosse necessaria alla produzione dei movimenti elettrici in forza della sua virtù coartati-

va, ovvero della sua elasticità. A tale effetto immerse entro l' olio un pendolino liberamente sospeso a un filo di seta di maniera che fosse tra l' estremità del conduttore elettrico, e la punta di un filo di ferro in comunicazione col suolo; e lo vide tosto oscillare tra l' estremità dell' uno e la punta dell' altro come se fosse stato nell' aria. Immerse quindi lo stesso pendolino entro l' acqua e in altri liquidi, e trovò che si serbava immobile, donde concluse che il voto egualmente che l' acqua fosse un buon conduttore, e che per conseguenza gli elettrici movimenti si producessero nell' olio come nell' aria, non già per l' elasticità, di cui è desso spoglio, ma bensì in virtù della sua facoltà coartativa.

Sono poi ammirabili ed ingegnosissime le sperienze, cui il Cigna descrisse in un' altra memoria pubblicata nel tomo terzo delle suddette Miscellanee. Tostochè gli pervenne la notizia delle nuove sperienze di Symmer, volle ripeterle, e variarle in differenti guise; e sostituendo i nastri alle calze di seta fecevi un lungo studio per conoscere le azioni e le relazioni scambievoli, che esistono tra le due elettricità Symmeriane.

Prese due nastri bianchi di seta, e seccatili al fuoco li distese l' uno sull' altro sopra un piano deferente quale è un metallo, o coibente come è il vetro; e stropicciatili con un regolo d' avorio vide che aderivano tra loro e col sottoposto piano senza offerir alcun segno d' elettricità: ma appena li disgiunse insieme dal piano, che subito si manifestava sul nastro superiore l' elettricità resinosa, e sull' inferiore la vitrea. Se poi li staccava dal piano separata-

mente, ambedue prendevano l'elettricità resinosa e si respingevano a vicenda. Osservò pure, che nel separarli tanto dal piano che tra di loro gittavano vivaci scintille nei punti del loro disgiungimento. Ma se quindi riponeva sopra il piano i due nastri così elettrizzati, cessava all' istante ogni apparenza elettrica, la quale ricompariva non sì tosto che li disgiungeva. Queste alternative di niuna, o di manifesta elettricità proseguirono sino a che la virtù loro elettrica si estinse.

Stropicciati i due nastri sopra di un corpo scabro ed irsuto, comunque li disgiungesse, presentavano sempre elettricità opposte, cioè il nastro superiore concepiva l' elettricità resinosa, e l' inferiore la vitrea. Ma se in iscambio del regolo d' avorio li stropicciava con una pelle o con un vetro, ambedue prendevano l'elettricità resinosa, mentrechè strofinati collo zolfo acquistavano l' elettricità vitrea. Infine stropicciandoli con la carta concepivano or l' una e ora l' altra elettricità senza che ei mai abbia potuto scorgerne la ragione.

Pertanto dalle molte sperienze che instituì sui nastri concluse che la specie dell' elettricità svoltavi corrispondesse ora alla natura dello strofinatore, ed ora ai colori dei nastri; e che strofinandoli con la pelle, o con il vetro la confrigazione del nastro superiore fosse maggiore di quella che ha luogo tra gli altri nastri, mentrechè l' attrito era in iscambio tra i nastri maggiore, quando li strofinava collo zolfo.

Facciamoci ora ad esaminare le principali sperienze, colle quali scoperse un nuovo mezzo di moltiplicare l' elettricità senza sfregamento. Avvicinando a una lamina di piombo piana, pulita, e isolata so-

pra cordoni di seta un nastro elettrizzato vitreamente, o resinosamente, era questo debolmente attratto; ma se col dito estraeva in pari tempo dalla lamina una scintilla, il nastro precipitavasi all' istante su di lei, e vi aderiva tenacemente non dando più segni elettrici, e sostenendosi con tutto il suo peso. Quindi distaccato il nastro ritornava a manifestare l' elettricità di prima, mentre col dito vi estraeva dalla lamina una nuova scintilla.

Avvicinando il nastro ai margini acuti della lamina, era incontanente attratto e respinto; ma appena vi estraeva dalla lamina la scintilla, che il nastro era nuovamente attratto e respinto, e applicandolo destramente e staccandolo a vicenda dalla lamina ottenne tante scintille, quante ne volle, sino a caricare una boccia per la commozione. È vero che Symmer avea con una punta metallica succhiata l' elettricità delle calze sino a caricare una piccola caraffa: con tutto ciò il prof. Cigna ha il merito d' avere trovato nell' applicazione e disgiungimento ripetuto del nastro elettrizzato sulla lamina di piombo un mezzo facile di moltiplicare l' elettricità senza previo strofinamento provocando tante scintille, quante volte applicava il nastro alla lamina, e tirandone altrettante di contraria natura, quante volte lo distaccava.

Volle quindi strofinare due lastre di vetro, su cui vi aveva disteso un foglio di carta dorata, ed ebbe risultamenti analoghi a quelli dei nastri, conciossiachè aderivano tra loro e alla sovrapposta carta, e non davano alcun segno d' elettricità, mentrechè staccando la carta dorata spiegavasi sulle facce dei vetri l' elettricità vitrea, e quindi sovrapponendo al-

le lastre la carta dorata e disgiungendola avea sempre luogo in queste successive alternative l' annientamento, o l'apparizione dei segni elettrici come nei nastri e nella lamina di piombo sino a che si estingueva affatto ogni loro elettricità.

Inoltre stropicciando la nuda faccia della lastra superiore di vetro, e accostando all' armatura della lastra inferiore il dito vi cavò una scintilla vivace, e proseguendo a stropicciarla, ed a estrarvi la scintilla caricò i due vetri al punto che sovrapponendo anche un' armatura alla lastra superiore e toccandole ambedue colle mani sperimentò, come nella sperienza di Leyden, la commozione. Parve a lui una ben strana singolarità, che dopo la scossa rimanessero i due vetri ancora aderenti senza offrire alcun segno d'elettricità: mentre che appena li disgiungeva, manifestavano elettricità contrarie. Rappresentò questi due diversi stati elettrici delle due lastre chiamando l' una *elettricità scuotente frankliniana* perchè fu Franklin che determinò questo stato elettrico delle lastre di vetro, e appellando l' altra *elettricità latente symmeriana*, perchè fu Symmer, che colle sue nuove sperienze sull' elettricità delle calze lo portò a scoprire un' analoga elettricità nei vetri dopo la scossa.

Cigna era d' opinione, che nella carica della boccia le due elettricità contrarie risedessero sulle armature; e la confermò colle seguenti sperienze.

Prese varii nastri dello stesso colore, e postili l' uno sull' altro sopra una lamina deferente li strofinò con un regolo d' avorio, e separandoli a uno per uno vide che scintillavano nei punti del disgiungi-

mento, e che si mostravano carichi d' elettricità resinosa; onde conghietturò che soltanto il nastro superiore si fosse elettrizzato per lo strofinio, ed invece si fosse accumulata nella lamina deferente un' opposta elettricità; e che nella separazione dei nastri passasse l' elettricità dal primo nel secondo nastro sotto forma di piccole scintilluzze, quindi dal secondo nel terzo e così successivamente negli altri sino all' ultimo mostrando tutti un' elettricità identica. Ma per confermare maggiormente la sua conghiettura tolse i nastri dalla lamina deferente tutti insieme, i quali si mostrarono sovra ambedue le facce elettrizzati resinosamente. Quindi sovrapponendoli su di una superficie scabra ed irsuta in modo che il nastro, il quale avea toccata la lamina deferente, fosse in contatto con lei, li separò ad uno ad uno incominciando dall' inferiore; e tutti comparvero elettrizzati vitreamente, eccetto il superiore che ritenne l' elettricità resinosa acquistata nello strofinamento. È chiaro pertanto che nel primo sperimento l' elettricità passò successivamente dal nastro superiore negli inferiori, ed in iscambio nel secondo caso passò dalla superficie scabra al nastro inferiore, e da questo negli altri sino al penultimo in contatto col superiore. Perlocchè concluse che l' elettricità si accumuli sulle armature, e che, quando queste si tolgono, allora ella si deponga sulla superficiga dei vetri.

Infine instituì un' esatto confronto tra l' ipotesi di Franklin e quella di Symmer; ed ammirando la semplicità e la facilità somma, con la quale la prima spiega i fenomeni elettrici, dimostrò per altro una manifesta predilezione per la seconda, perchè gli

parve assai più conforme alla maniera di agire dell' elettricità ne' corpi.

Questa pregevolissima memoria, che veniamo d'analizzare, fu da lui pubblicata verso la metà di febbraio del 1766, distribuita agli amici, e mandata a varie accademie e segnatamente alla società reale di Londra. I fisici sommamente ammirando l' importanza e la varietà delle sue ingegnose sperienze gli tributarono le più distinte lodi, e il suo nome divenne ben presto conosciutissimo per tutta Europa. Ma il P. Beccaria, zelantissimo sostenitore delle massime Frankliniane non vide di buon occhio che il Cigna avesse in sì luminosa maniera confermato i principii di Symmer, sicchè non ebbe più pace sino a che attentamente ripetute le sperienze del Cigna, e variatele in differenti maniere, ed anche immanginandone delle nuove, non avesse nel vegnente aprile composto e pubblicato il suo *saggio di nuovi sperimenti nell' elettricità*, che subito spedì alla società reale di Londra, ove venne letto a dì 4 giugno 1767, e quindi stampato nelle transazioni anglicane.

I Gesuiti di Pekino aveano per caso osservato, che una lastra di vetro elettrizzata ed applicata alla lastra di vetro della bussola nautica attirava l' ago, il quale s' innalzava e stava ad essa attaccata due o tre ore per indi distaccarsi e ricadere al suo luogo; e che ritornava ad innalzarsi, se si toglieva la detta lastra per ricadere subitamente rimettendola. Questo fatto singolarissimo fu reso noto in Europa da Epino. Symmer lo credette in opposizione colla ipotesi di Franklin, e in iscambio lo considerò come una

solenne conferma di quella delle due elettricità vitrea e resinosa. Ma il P. Beccaria fece vedere, che i corpi isolanti riacquistano nel disgiungersi l' elettricità smarrita nel loro congiungimento, rivendicando così l' elettricità apparentemente perduta, cui egli chiamò *vindice*; e che tutti i fenomeni, che quindi si producono, si spiegano di leggieri coll' ipotesi di Franklin.

Qui sarebbe il loco opportuno di riferire le belle sperienze instituite dal Beccaria sull' elettricità vindice, cui pubblicò in una operetta intitolata *experimenta atque observationes, quibus electricitas vindex late constituitur, atque explicatur*, e dedicata all' Imperatore d' Austria Giuseppe II, il quale ebbe la degnazione di vederle eseguire nella Regia Università di Torino, e di fare i più grandi elogi dell' abilità dello sperimentatore; ma oltrechè un' accurata analisi di questa e delle altre sue opere non si potrebbe conciliare colla natura e mole di questo mio lavoro, è già stata eseguita dalla dottissima penna del prof. Vassalli-Eandi, il quale *nelle memorie istoriche intorno gli Studj del P. Giambattista Beccaria* descrisse con molta accuratezza ed eleganza di stile tutti i lavori di lui tanto relativi all' elettricità che alle altre parti di Fisica, dimodochè la storia del Beccaria si trasformò in quella delle scienze esatte in Piemonte. Infatti non v' ha sperienza che non sia stata da Beccaria rifatta, variata, e ridotta a una grande precisione, non fenomeno che sia sfuggito al suo sguardo indagatore, non punto d' elettricismo, che non sia stato sotto tutti gli aspetti studiato, ed arricchito di nuove scoperte. Le macchine, i corpi

isolanti, le armature, le cariche e le scariche, le atmosfere elettriche ecc. furono da lui attentamente esaminati e ridotti a stabili principj. Ei fece un' esatta anatomia dell' atmosfera misurando l' elettricità a cielo sereno e nuvoloso, notando con diligenza la densità, il colore e gli andamenti dei nugoli, ed osservando minutamente gli effetti del fulmine, le scosse de' tremuoti, le apparizioni dell' aurora boreale, in una parola la storia de' suoi lavori è quella dell' elettricità de' suoi tempi.

Eandi Giuseppe, che dopo il Beccaria dettò con laude la Fisica nell' Università di Torino, per il sapere e l' erudizione molto si distinse fra i Fisici di quell' età, e fra le varie cose, che scrisse sull' elettricità, meritano una particolare menzione le due memorie che si trovano stampate nel quinto e nel sesto tomo degli atti dell' accademia reale delle scienze di Torino.

Nella prima memoria fece vedere che il fenomeno igneo dell' elettricità non è una vera combustione, siccome avea detto Morgan nelle transazioni filosofiche del 1785, perchè l' aria vitale non è necessaria, acciocchè l' elettricità s' infiammi. Dimostrò che l'elettricità non è nè flogisto, nè aria infiammabile, nè aria vitale, nè una mescolanza loro. Attribuì i diversi colori della luce elettrica alle molecole de' corpi che seco trasporta. Infine opinò, che la luce, il fuoco, l' elettricità siano di natura identica, e che le varie apparenze calorifiche, luminose, ed elettriche non siano che modificazioni dello stesso fluido igneo variamente mosso ed eccitato ne' corpi.

Nella seconda memoria poi dimostrò, che la luce

che si svolge nei corpi, mentre si fregano o si spezzano, è di natura elettrica. Imperciocchè l' aria sospinta con violenza contro i corpi produce una luce elettrica assai vivace analoga a quella che accompagna i turbini ed altri meteorici fenomeni; come pure spezzando dello zucchero sopra il piatto di un sensibile elettrometro si sviluppa un'elettricità manifestissima: per il che credette che anche l'attrito dell'aria contro se stessa, e la rottura o separazione delle parti di un corpo fosse cagione d' elettricità.

Chi desiderasse maggiori rischiaramenti sulle particolarità della vita e degli scritti del Cigna e dell' Eandi, consulti il tomo 12 e 26 delle memorie della R. Accademia delle scienze di Torino, che, son certo, ne rimarrà compiutamente soddisfatto tanto per la bella dicitura, che per l'erudita maniera, con cui sono rappresentati i pregi delle loro scoperte, e il merito delle loro opere. Care suonano le lodi in bocca di un benevolo concittadino, e di un' amoroso nepote. Porse infatti il Vassalli un pietoso tributo di stima al celebre Medico piemontese, e di gratitudine e d' amore alla venerata memoria dell' amato, e benefico zio. Pertanto onora grandemente il nome di lui l' avere sparso sulla tomba del Beccaria, del Cigna e dell' Eandi eletti fiori d' ossequio e di riconoscenza che meritarongli universalmente le lodi de' dotti. Ma non è questo il solo titolo, che in questa storia distingue il Vassalli, perchè molti sono gli scritti che sulle diverse parti della Fisica ei pubblicò, e specialmente pregevoli sono quelli, che sull' elettricità compose. Ma di essi parleremo a suo luogo, limitandoci qui a notare, che egli in tempi

difficili coperse con intemerata laude orrevoli cariche, nè si lasciò invilire dalla seduzione dell' oro, nè dalle minacce di chi lo volea obbligare. Ebbe però un guiderdon condegno alle sue virtù, allorchè fu insignito della decorazione della legione d' onore in Alessandria addì 3 maggio 1805. Ebbe anche l' onore di essere prescelto a dare lezioni di Fisica al magnanimo e prode nostro amatissimo Monarca Carlo Alberto, il cui bell' animo informato dai più teneri anni alla virtù, e alle scienze liberalmente premia, e protegge chi tra i loro Cultori si distingue, e con paterne leggi felicita un regno. Fu professore amoroso e caro ai giovani studiosi, largo di consiglio, di conforto, e di ajuto agli amici, generoso e benevolo verso i suoi nepoti. Il perchè il professore di Fisiologia Secondo Berutti oltremodo grato alle tante amorevolezze e beneficenze dello zio volle darne un pubblico attestato nel suo *saggio sulla vita e sugli scritti del professore Vassalli-Eandi*, ove quasi in ogni pagina si traspirano gli affettuosi sentimenti di un' animo gentile, ed alle utili opere intento.

CAPO SETTIMO.

Cenni biografici di Volta il celebre inventore dell'elettroforo perpetuo; e comechè vengagli da taluno contrastato un tale onore; egli valentemente si difese. Notabili sono gli effetti prodotti da Lichtemberg col suo grande elettroforo; e curiosa se ne è l'applicazione che fecesi per illuminare il ritratto di Gassner. Elettroforo aereo di Weber.

È pur dolce cosa per un'Italiano il parlare di Alessandro Volta, che fu uno dei più belli ornamenti dell'Università di Pavia, l' onore d' Italia, e il più gran Fisico d' Europa. In fatti mirabili sono i suoi trovati, e chiaramente appalesano il genio di chi li creò. Chi non conosce i molti apparecchj, cui i Fisici per onorare il nome dell' altissimo autore chiamano Voltiani, quali sono l' elettroforo, il condensatore, l' elettrometro, l' endiometro, la pistola, la lampada ad aria infiammabile, la pila ec. che d' ordinario trovansi nei gabinetti di Fisica? Ma comechè la pubblicazione di questi pregevoli stromenti sia stata accompagnata da appropriate scritture, trovandosi queste qua e là sparse nelle varie collezioni periodiche non si potevano così facilmente leggere dagli amatori di Fisica; onde fu ben savio il divisamento del Cavaliere Antenori di frugare nei giornali scientifici, e nei voluminosi atti accademici,

Dice che versando entro un piatto di stagno del diametro di un piede, e con l' orlo rilevato di una mezza linea, un mastice fuso composto di tre parti di trementina, di due di ragia, e di una di cera, nel raffreddarsi si rassoda in una superficie piana e polita, la quale copresi di un legno dorato della forma di uno scudo di dieci pollici di diametro, che fa le veci di armatura. Quindi se si eletrizzi la superficie del mastice col mezzo della macchina elettrica, ovvero strofinandola leggermente colla mano o meglio ancora con una pellicia fina e si sovrapponga lo scudo, che si leva e si ripone a piacimento col mezzo di un manico di vetro infisso nel suo centro, e se infine si tocchi lo scudo alzato e riposto sul mastice, siccome richiede la teoria dell' elettricità vindice, si cavano forti scintille valevoli ad elettrizzare energicamente un conduttore, o un uomo isolato, a caricare la boccia di Leyden per la commozione, ed a produrre tutti quegli effetti che si ottengono con una buona macchina elettrica. Costrusse poscia altri elettrofori e più grandi e più piccoli; e fra loro è notabile quello, che stando rinchiuso in una scatola si può portare comodamente in tasca.

Il principale pregio dell' elettroforo del Volta è, che l' elettricità una volta stampata sul suo mastice, non manchi, nè punto scemi per qualsivoglia tratto di tempo, fosse pure interminabile; onde il suo autore meritamente lo chiamò *elettroforo perpetuo*. Quando poi coll' andare del tempo venissero a illanguidirsi le scintille, si dovrà con esse elettrizzare una caraffa, e su di lei convenevolmente scaricarla,

applicandovi la pancia, se l' uncino ricevette la carica dallo scudo; e in questo modo si rifonderà sul mastice la poca elettricità che ancora avea: e replicando una o due volte questo artifizio si elettrizzerà nuovamente l' istromento al massimo grado d'intensità. In tale maniera pertanto ottenne il Volta senza ruota, senza giri di disco, e senza stropicciamento un' elettricità perenne.

Tirò da un' elettroforo del diametro di due piedi si vivaci scintille, che guizzavano in vaghissima forma, e quasi emulavano il telo di Giove. Per la qual cosa opinò che si potessero con sempre maggiore accrescimento d' elettricità costrurre elettrofori della grandezza anche di otto e più piedi. « Immaginatevi, dice in una sua lettera diretta al Canonico Fromond, una tavola grande come quella per il giuoco del bigliardo, ma rotonda e foderata convenientemente di latta o di rame sopra steso ben in piano un mastice nero e lucente siccome specchio: vedetevi indosso posata un bel coperchio a placfond inargentato, o dorato pendente da quattro capi di corda di seta, che terminano poi uniti in un solo a un congegno di carrucole, e guidato nel salire e scendere da due altre corde di seta fisse verticalmente che giuocano in altre due girelle annesse a due parti estreme ed opposte di esso coperchio, o scudo: ecco l' uomo a qualche passo della tavola che col girare una fune pendente, quasi in atto di suonare le campane, fa che suonino invece scintille fragorosissime, e fischino fiammelle e getti di luce a tutti i lati a distanza di più palmi contro i varj conduttori ad arte o a caso d' intorno

disposti: dite non è quel coperchio l' idea di una nuvola fulminante? Eppure io dato bando ad ogni spavento, amo anzi pronosticare utili cose e vantaggiose, e mi compiaccio raffigurar ivi quella camera per la medicina elettrica che vorrebbe il sig. Priestley istituita.» Havvi però un grande inconveniente in questi apparati di smisurata grandezza, perchè la forza della carica crescendo coll' ampiezza accade sovente che nell' alzare lo scudo si scagli la scintilla, la quale spezzando o fondendo in qualche punto il mastice, rende inetto l' apparecchio.

Pubblicatosi l' elettroforo del Volta eccitò subitamente un gran rumore in tutte le parti d' Europa pei singolari effetti che produce. Achard ne diede un' esatta descrizione all' Accademia di Berlino; e a Pietroburgo la celebre Imperatrice Catterina II ne fece costrurre uno assai ampio dal macchinista Kulibin. Insomma i Fisici eccitati dalla novità di un sì curioso apparecchio vollero vederne coi loro proprj occhi i portentosi effetti, e maravigliati dalla durevolezza e varietà dei fenomeni fecero plauso ai talenti del giovine scopritore, onde e' fu viemaggiormente incoraggiato a proseguire con tutto l'animo nel disastroso cammino della gloria. Ma in mezzo alle generali lodi fuvvi però chi in questa scoperta si credette ingiustamente spogliato di ciò che gli apparteneva. Fra gli altri il Cigna, allorchè lesse negli opuscoli interessanti, che si stampavano in Milano, la lettera, in cui il Volta notificava al sig. Priestley la costruzione del suo elettroforo, fece le più grandi lagnanze a voce cogli amici, e in due lettere una scritta al signor Priestley, e l' altra a De-la-Grange per

comprovare che l' elettroforo di Volta non era in sostanza altra cosa che il suo apparecchio moltiplicatore dell' elettricità.

Giuseppe Klinkosch Professore di Anatomia nell'Università di Praga scrisse al Volta per significargli che il sig. Wilke Professore di Fisica a Stockholm già sin dal 1762 avea costrutto un'elettroforo che avea anche denominato perpetuo, siccome si legge in una memoria pubblicata fra quelle dell'Accademia di Stockholm dello stesso anno. Ma e che per ciò? chi mai potrà negare a Volta il merito dell' invenzione? Chi non sa che il trovato di Wilke stette sepolto nella regione, in cui ebbe il nascimento? Ma non v'è bisogno che io imprenda le difese, perchè lo stesso Volta sciolse tutte le imputazioni, che gli vennero da suoi oppositori apposte. Ricco del proprio non voleva abbellirsi dell' altrui, e la lettera, che scrisse in risposta al Professsore Klinkosch rimarrà come un solenne attestato dell'ingenuità e del candore del suo nobile animo. Ma se era pronto a dare agli altri ciò che a loro apparteneva, non si lasciava poi così facilmente carpire di mano le scoperte che erano il frutto delle sue lunghe meditazioni.

« Giusto è ben, che per rivendicare il merito a chi è dovuto, sono parole del Volta, io venga spogliato di quello che male mi conviene, ed io con pieno animo acconsento a questo, e mi fo sollecito ancora di contribuirvi. Guardimi pertanto il Cielo che io mova lamento contro di voi, signore, perchè impreso abbiate di farlo; debbo, anzi voglio sapervene grado: solo mi credo permesso di porvi sott' occhio, che non si son fatte da voi le

parti in tutto giuste ; perciocchè attribuito avete al Padre Beccaria ben più di quello che gli si compete , ponendo l' elettricità vindice in vista di scoperta tutta sua. Epino dietro il celebre sperimento de' Gesuiti di Pekino , Symmer con le sue calze di seta , Cigna con una serie di esperienze analoghe prodigiosamente combinate e variate, e in gran parte nuove hanno aperta questa bella carriera , nella quale entrato il Padre Beccaria vi ha fatto di vero i più grandi progressi ».

Quindi dopo d' avere dimostrato , che la novità del suo apparecchio consisteva nella miglior foggia dell' armatura , nella perennità de' segni elettrici e nel tener luogo di una buona macchina elettrica , e che furono le sperienze delle lastre di vetro del P. Beccaria sull' eletricità vindice , e non già quelle dello zolfo fuso in una coppa di metallo , cui non conosceva , che lo aveano portato alla costruzione del suo elettroforo perpetuo, assicurò che la persona che più si era avvicinato alle sue esperienze , e che per così dire vi avea preluso, fu il Professore Cigna col suo nastro e lamina di piombo. Ma comechè con questo suo apparecchio moltiplicatore dell' elettricità abbia potuto caricare una boccia di Leyden , è però sempre debolmente , con molta pena ed imbarazzo : laddove col suo elettroforo non vi é niente di più facile. Chi poi sosterrà che il nome di elettroforo perpetuo convenga del pari all' apparecchio di Cigna , o a quello di Wilke e di Epino , o alle lastre di Beccaria ? Nò certamente , perchè colle lastre di cristallo o coi nastri di seta applicate a laminette sottili di metallo non si può perpetuare l'e-

lettricità, anzi solo mantenerla senza nuovo strofinamento, o senza prenderne altrove in imprestito. Si perverrebbe, è vero, colla coppa e massa di zolfo di Wilke e di Epino mercè il giuoco della boccetta; ma nè essi, nè altri vi hanno pensato, avendolo egli pel primo ritrovato ed insegnato.

Determinata ora la parte, che ebbero il prof. Cigna e il P. Beccaria nella costruzione dell' elettroforo, e compartendo a Volta l'onore d'avergliato ad esso una più convenevol forma e la perpetuità de' segni elettrici, senza entrare in disquisizioni sulle diverse forme e modificazioni, che successivamente provò nelle mani de' Fisici, solo terrò parola del grand' elettroforo di Lichtemberg e dell' elettroforo aereo di Weber.

Il signor Lichtemberg avendo nel 1777 prodotto una sottilissima polvere resinosa nel pulire il mastice del suo grande elettroforo del diametro di sei piedi osservò, che si attaccava alle muraglie e sui libri, e che quando per l' agitazione dell' aria ricadeva sulla schiacciata, essendo lo scudo sospeso alla volta della stanza, formava alcune stelle, le quali apparivano ora pallide e deboli, ed ora più luminose e distinte secondo la maniera, con cui le riguardava. Vide pure formarsi talvolta grandi soli, od archi oscuri per la parte concava e radiosi per la loro convessità, tal'altra fiata ramoscelli risplendenti, o nugoli luminosi di differenti figure. Fu quindi sorpreso nel rimirare che queste figure distrutte collo scoppare la polvere con una piuma, o con un piede di lepre ricomparivano tostamente e più risplendenti di prima. Ritrasse eziandio l'impronta di parecchie di queste figure

sopra una carta nera aspersa di materia viscosa, cui destramente sopra vi applicava. Un bell'ingegno tedesco approfittò di queste curiose osservazioni per illuminare maravigliosamente il ritratto di Gassner, nome conosciutissimo in quell' età per le molte e strane guarigioni da lui operate col mezzo di segni e di esorcismi, onde il volgo avidissimo sempre di novità e di commedie l' ammirava come un essere privilegiato, straordinario, e capace di fare cure prodigiose, e gli entusiasti accorrevano da tutti i paesi per impetrare dalla sua creduta abilità alleviamento ai loro mali, la sanità, e la vita. Era esso dipinto colle mani stese sulla testa di una giovine, la quale stava umilmente inginocchiata innanzi a lui. Resa trasparente la testa del Taumaturgo col mezzo di un' apposita vernice, e postovi al di dietro un pezzo di stagno liscio, che dava alla sua fisonomia un lustro vivissimo, fermò il ritratto nel mezzo di una tavoletta circolare intonacata di un mastice nero composto di pece e di cera gialla, e quindi l' inchiuse in una cornice. Toccando col pomo di una boccia elettrica la testa, e il mastice che la cingeva l' apoteosi si compiè a segno che la testa di Gassner apparve luminosamente circondata da una gloria sì bella che i pittori più abili non avrebbero saputo far meglio.

L' elettroforo aereo immaginato nel 1775 da Weber consiste in un pezzo di tela di lino, o di stoffa di lana, o di drappo nero della lunghezza di tre piedi e della larghezza di due piedi soltanto, che si stende e si fissa sopra un telajo convenientemente isolato, onde non toccando che l' aria, fu denomi-

nato dal suo inventore *elettroforo aereo*. Stropicciandolo nel bujo con una pelle di gatto o con una coda di volpe scorrono, e splendono sulla sua superficie innumerevoli scintille in guisa piacevolissima a vedersi. Questi effetti viemaggiormente si accrescono operando sopra un'apparecchio di più grandi dimensioni.

CAPO OTTAVO.

Il condensatore fu trovato nel 1787 da Volta, il quale unendolo al suo elettrometro formò l' elettrometro condensatore. Costruzione degli elettroscopj, e degli elettrometri. Fra questi i più usati sono il quadrante di Henly, quello a boccetta di cavallo e di Volta, e la bilancia elettrica di Coulomb. Volta rendette comparabili tra loro gli elettrometri a boccetta, e i quadranti. Bohnenberger fece un' importante modificazione all' elettrometro condensatore del Volta. Elettrometro atmosferico portatile di Saussure. Volta aggiunse in cima al conduttore atmosferico un candelino acceso: la quale scoperta fu attribuita a Bennet. Elettro-igrometro di Volta. Osservazioni di Mauduyt sui rapporti della forza dell' elettricità, e de' varj cangiamenti dell' atmosfera.

Volta nel perfezionare il suo elettroforo perpetuo avendo usato da prima una sottile incrostatura di resina, quindi una lastretta di marmo lucente o un

piattello di legno incrostato di gesso, ovvero una lamina metallica inverniciata o meglio ancora un piatto qualunque coperto di una tela incerata, o da un pezzo di taffetà gommato, venne a scoprire che per queste modificazioni diventava il suo apparecchio inetto come elettroforo, ed acquistava in iscambio la facoltà di condensare l' elettricità, donde diedegli il nome di condensatore. Questo interessante e prezioso stromento coll' assorbire e tirare a se le più tenui elettricità de' corpi vale a portare a poco a poco i segni elettrici a uno straordinario ingrandimento in guisa che è desso nell' elettricismo ciò che il microscopio è nelle scienze naturali. Conciossiachè col suo mezzo il Volta rendè cospicue tenuissime dosi d' elettricità non percepite dai sensi, nè indicate dai più sensibili elettrometri, come sarebbero quelle che si eccitano nel contatto di due metalli diversi. Le quali elettricità studiate da lui con infinita pazienza lo portarono alla più grande scoperta che mai siasi fatta nell' elettricismo, voglio dire la costruzione della pila Voltiana, che produsse nella Chimica un era novella, e che chiaramente comprova la potenza dell' uomo.

Ei diede differenti forme al suo condensatore secondo gli usi, a cui lo destinava. Fu principalmente addattandolo al suo elettrometro di paglia, che lo convertì nell' elettrometro condensatore, il quale indica e misura le più tenui dosi di elettricità. Una boccia di leyden scaricata mediante replicati toccamenti, comechè non offra più indizio veruno d'elettricità anche ai più sensibili elettrometri, esplorata coll' elettrometro condensatore manifesta segni elet-

trici visibili. Notabili sono le sperienze di Volta instituite a Parigi nel 1801 al cospetto di parecchi de' più distinti membri dell' accademia reale delle scienze, per le quali scoperse, che nell' evaporazione dell' acqua, nella combustione del carbone e nelle differenti effervescenze si svolge una cospicua elettricità. Quando poi si rifletta, che analoghe sperienze furono prima di lui poco felicemente tentate dai più abili Fisici, quali sono Franklin, Saussure, Henly e Cavallo, apparirà chiaramente quanto straordinaria fosse l' abilità del Fisico di Pavia nell'osservare, nello sperimentare e nel costringere la natura a palesare i suoi più reconditi segreti. Ma per apprezzare tutto il pregio dell' elettrometro condensatore bisogna, che prima si conoscano la costruzione e gli usi degli elettroscopj e degli elettrometri.

L' elettroscopio, o indicatore dell'elettricità è uno stromento semplicissimo, col quale si scopre ne' corpi la presenza dell' elettricità, e la specie, a cui appartiene, vale a dire se sia vitrea o resinosa nel linguaggio di Dufay, ovvero positiva o negativa nell' ipotesi Frankiliniana.

Il fondatore dell' elettricità moderna Guglielmo Gilbert soleva dedurre lo stato elettrico de' corpi dalle attrazioni di un ago di metallo mobile sopra un acuto perno. Altri poi arguirono l' elettricità dei corpi dalla sensazione che si prova sulla pelle come di una tela di ragno strisciantevi sopra, ovvero dalla luce e scoppiettio che talvolta si produce. Ma a misura, che si accrebbero le conoscenze elettriche, gli elettroscopj provarono utilissime modificazioni, e trovansi oggidì ridotti a un sì alto grado di perfezione

e di sensibilità, che col loro mezzo si rendono cospicue esili dosi d' elettricità.

L' elettroscopio, che più comunemente si usa, è il pendulo elettrico, che consiste in un filo di seta, il quale è attaccato a un bastoncino di vetro alquanto incurvato, e porta inferiormente appeso una pallottolina di sambuco. Caricandolo di un' elettricità conosciuta e quindi avvicinandolo a un corpo elettrizzato appalesa nelle sue attrazioni, o repulsioni la specie dell' elettricità, di cui è carico. Il più sensibile degli elettroscopi è quello di Coulomb, che non è altro che la sua bilancia di torzione ridotta a più piccole dimensioni, essendochè l' ago di ceralacca è orizzontalmente sospeso a un' esilissimo filo di seta, quale esce dal bozzolo. Debbesi nelle delicate ricerche preferirsi agli altri tanto per la mobilità che per la precisione, colla quale indica i gradi dell' elettricità de' corpi. Il suo esimio inventore dal numero delle oscillazioni in presenza di un corpo elettrizzato e in un determinato tempo, scoperse che le leggi delle attrazioni e delle repulsioni elettriche sono analoghe a quelle della gravità. Gli elettrescopi pertanto si fondano nella loro costruzione sopra il generalissimo principio, che già altrove notammo, cioè che *le molecole elettriche della medesima specie si respingono, ed in iscambio si attraggono quelle di nome contrario.*

Elettrometro o misuratore dell' elettricità dicesi quell' apparecchio che inserve a misurare il grado di forza elettrica de' corpi. Semplice e rozzo nel suo nascere in a poco a poco per l' industria de' Fisici ridotto a un tale grado di perfezione, che nella bi-

lancia elettrica di Coulomb porge un mezzo facile, ed esatto per determinare le leggi delle attrazioni e repulzioni elettriche.

Il Fisico nelle sue esamine elettriche sente ad ogni passo il bisogno di uno stromento esatto per misurare la forza dell'elettricità, cui imprende a studiare. Le diverse parti di Fisica progredirono col perfezionamento degli stromenti, che la ridussero a più rigorosi principj. L'italiano Torricelli col mezzo del barometro scoperse, e determinò la gravità, e il peso dell'aria atmosferica; Newton col mezzo del termometro misurò la variabile temperatura dell'aria e de'corpi; e De Saussure col mezzo del suo sensibilissimo igrometro riconobbe i gradi di secchezza, e d'umidità dell'aria. Medesimamente si misurò dai Fisici la forza elettrica de'corpi col mezzo degli elettrometri, i quali inservirono possentemente ai rapidi progressi dell'elettricismo.

L'ago metallico usato da Gilbert per scoprire ne' corpi stropicciati la presenza dell'elettrico principio, si può in certo modo considerare come un'informe elettrometro; perchè nell'estensione de'suoi movimenti rappresenta alla grossa l'energia dell'elettricità conceputa. Meno rozzo, e più sensibile è l'elettrometro di Dufay, i cui due fili appesi a una barra di ferro isolata sopra cordoni di seta offrivano nella loro divergenza il grado dell'elettricità, che le era stata comunicata. Nollet, che assiduamente assistette alle sperienze di Dufay, apprezzò tutta l'importanza di tali indicazioni: onde pensò di misurare con maggiore esattezza lo scostamento dei due fili col porre ad una certa distanza una lampada accesa, e quindi

ricevere la loro ombra sopra un piano, su cui vi era segnato un' arco diviso in gradi. Tuttavia quest' elettrometro ha i suoi difetti, e lo stesso Nollet li ha ingenuamente notati.

Il signor Canton giudicò dell' elettricità accumulata in una boccia di leyden dal numero delle scintille, che vi si estraevano nello scaricarla. Si rendette poi questa sperienza più dilettevole agli occhi dei riguardanti fissando verso il bordo dell' armatura superiore di un quadro magico una figurina di stagno avente in mano un bastoncino terminato in una pallottolina parimente di metallo, e quindi fissando un' altra figurina sul bordo dell' armatura inferiore in modo, che la pallottolina distasse di poco da quella della prima figurina, onde avveniva che facendo comunicare l' armatura superiore col conduttore di una macchina elettrica in azione, e l' armatura inferiore col suolo, a un certo punto della carica scagliavasi la scintilla tra le due pallotolline; e si giudicava della quantità della materia elettrica dal numero dei giri, che si erano dovuti dare al disco di cristallo, acciò avesse luogo spontaneamente la scarica.

L'elettrometro di Lane si compone di un cilindretto di rame fatto a vite, e terminato in una pallotolina. Avendo ciascun passo di vite l' altezza di una mezza linea si avvicinerà la pallottola per ogni rivolgimento del cilindretto di una mezza linea al conduttore; e si avrà così nella distanza, da cui scagliasi la scintilla, la misura dell' intensità elettrica. Ma differenti circostanze fanno variare la distanza dell' esplosione, come sarebbono la forma, la gros-

sezza del corpo, da cui esce, l'umidità dell'aria, ed altre cause invisibili; onde decade l' elettrometro di Lane da quel grado di precisione, che a prima vista parrebbegli competere.

Già sin dal 1749 i signori Darcy, e Leroy propoposero un' elettrometro molto comodo per misurare le forti dosi d' elettricità. Ha la forma di un' areometro, o pesaliquori, il quale porta in cima dell' asta graduata in vece del piattello un' ampia sfera cava. Immerso nel liquido, che si elettrizza, viene la sua palla cacciata in alto per la repulsione dell' elettricità accumulata, dimodochè si deduce facilmente la tensione elettrica dai gradi del suo innalzamento. Molti anni dopo il signor Comus avendo per caso osservato, che un' areometro immerso nell' acqua sporgeva di tre gradi al di fuori, allorchè era elettrizzata, e che estraendo la scintilla ritornava al grado di prima, avea conchiuso, che l' acqua elettrizzata divenisse più pesante. Ma questa opinione fu dimostrata falsa dal P. Giovanbattista di San Martino, il quale servendosi d' areometri differenti in peso e in grandezza, comechè fossero graduati dietro i medesimi principj, si convinse che l' estensione differenziava in ciaschedun di loro nella stessa acqua egualmente elettrizzata. Perlocchè stabilì che l' ascendimento dell' areometro non dipendesse da una gravità maggiore dell' acqua elettrizzata, ma bensì dall' elettricità, la quale trovando l' aria meno isolante delle pareti del vetro eleva con più o meno di forza l'apparecchio areometrico. Dedusse pure che quest'innalzamento seguisse la ragione diretta dei quadrati dei diametri delle sfere, e l'inversa dei pesi.

Un' elettrometro esatto e comodo per misurare le forti elettricità è il quadrante di Henly. Consiste in un cilindretro metallico lungo sette pollici, che porta infisso un semicerchio graduato di avorio, dal cui centro pende liberamente un' ago leggiero di quattro pollici di lunghezza, e terminato inferiormente in una pallottolina di sambuco. Fissato quest'elettrometro sopra il corpo, la cui elettricità si vuole conoscere, l'ago si allontanerà più, o meno dalla sua direzione verticale, e dal cilindretto nella ragione della tensione dell' elettricità. Inserve d' ordinario per misurare le forti tenzioni di un conduttore, di una boccia di Leyden, di un quadro magico, o di una batteria elettrica.

Canton immaginò di costrurre un piccolo elettrometro, il quale servisse a rendere sensibili le elettricità non percettibili sotto forma di scintille. A tale effetto sospese due sottilissimi fili di lino ad una adatta punta di metallo, i quali portavano in basso una pallottolina di midollo di sambuco; ed inchiusi in una scatola, deduceva dal grado del loro scostamento la forza dell' elettricità de' corpi. Quest'elettrometro provò diversi cangiamenti nelle mani dei Fisici secondo l' uso, a cui fu destinato. Tiberio Cavallo nel 1780 sostituì ai fili di lino due fili di metallo terminati del pari da una pallottolina di sambuco. Vassalli-Eandi, e Bennet senza che l' uno sapesse ciò che l' altro faceva, surrogarono nel 1787 agli ordinari pendolini due esili listerelle d' oro sospese ad un bastoncino di rame, il quale terminasi superiormente in un piattello, o in una sfera.

Quest' elettrometro a listerelle è comunemente conosciuto sotto il nome di elettrometro di Bennet,

sebbene a buon diritto gli competerebbe egualmente quello di Vassalli-Eandi il quale prima di usarlo soleva infondervi un' elettricità conosciuta, e quindi avvicinando al suo piattello la sostanza, che voleva esplorare, giudicava della natura dell' elettricità dall' accresciuta, o diminuita divergenza delle listarelle. Grande è la sensibilità di quest' elettrometro, e segna 20 gradi per ciascun grado dell' elettrometro a pagliette. Il Volta si portò espressamente a Tortona, ov' era Vassalli Professore di Filosofia, e paragonando la sensibilità dell' elettrometro a listerelle con uno de' suoi più squisiti si convinse, che era desso di gran lunga più sensibile del suo; e da ciò ripetè la diversità de' risultamenti ottenuti nelle loro sperienze. Ma sebbene l' elettrometro avesse mercè le modificazioni fatte da Cavallo, da Vassalli, da Bennet, e da Saussure provato notabili miglioramenti; ciò non ostante non avea ancora acquistato quel grado di perfezione, a cui lo voleva il Volta per fare le sue delicate sperienze, che tanto illustrarono la meteorologia elettrica. Conciossiachè vi soppresse le pallottoline di midollo di sambuco, e sostituì ai fili metallici due nude pagliuzze dello spessore di un quarto di linea, e della lunghezza di due pollici, le quali pendendo parallellamente contigue dall'anelletto metallico offrono ad eguale peso de' fili metallici una maggior superficie, e sono anche più mobili per un' egual grado d'elettricità. Acciocchè l'apparecchio non fosse smosso dalle agitazioni dell'aria, lo inchiuse in una boccetta quadra di vetro, e vi applicò sopra una faccia di esso una scala segnata su di una listarella di carta, che tagliata in arco avea per raggio i pendolini.

I Fisici aveano nelle loro ricerche riconosciuta la necessità di avere esatti elettrometri comparabili tra loro, acciocchè le osservazioni fatte a Torino, a Milano, o a Parigi non fossero più vaghe, ed arbitrarie, ma bensì ridotte ad una comune misura. Si sa che i termometri costrutti dal celebre Galilei non aveano punti fissi nella costruzione della scala, dimodochè le loro indicazioni non erano tra loro comparabili. Rinaldino avea quindi fatto notare all' accademia del Cimento la necessità di due punti fissi per renderli comparabili; ma la gloria di questa scoperta rimase al gran Newton, il quale immergendo il termometro nel ghiaccio che si fonde, e nell'acqua che bolle, trovò perspicacemente i due punti fissi della scala termometrica. Volta seguendo un tanto esempio rendette medesimamente comparabili gli elettrometri trovando due punti fissi, cioè lo zero dell'elettricità, e il grado 35 che si ottiene usando due piatti, la cui successiva carica esattamente si conosce.

Importanti sono pure le modificazioni che fece all'elettrometro quadrante di Henly: conciossiachè sostituendo al filo deferente una paglia di mezzana grossezza e lunga quattro pollici, nella cui estremità inferiore portava appeso un globetto di midollo di sambuco del diametro di tre linee, ottenne un'elettrometro quadrante, le cui indicazioni dai 15 sino ai 35 gradi riescivano tra loro comparabili. Ne costrusse quindi un'altro di una sensibilità minore a globetto più grosso, le cui indicazioni erano anche comparabili sino ai 70 gradi. Quando poi avea bisogno di misurare elettricità più forti ricorreva al sopra descritto elettrometro del Sig. Leroy. Infine si

serviva del *megametro elettrico* del Sig. De Luc per la misura delle più gagliarde elettricità, mentrechè nelle elettricità minime adoperava il sensibilissimo *micrometro elettrico* di Adams.

Raccomanda ad ogni Fisico di provvedersi almeno di quattro elettrometri, cioè due a boccetta, e due a quadrante in guisa che il primo sia cinque volte più sensibile del secondo, il secondo segni due gradi per uno del terzo, e questo infine ne segni cinque per uno del quarto; e conseguentemente un grado del secondo elettrometro quadrante equivarrà a cinquanta del primo a boccetta.

Prezioso per la squisita sensibilità è l'elettrometro condensatore del Volta, avvegnachè quando un conduttore, o una boccetta di Leyden non possiede, che un quarto di grado d'elettricità indiscernibile agli elettroscopi comuni, esso segna più di trenta gradi. Al bottone dell'elettrometro condensatore si adatta a vite un piattello di rame indorato del diametro di quattro pollici, il quale si chiama piatto collettore, perchè assorbe attivamente l'elettricità da una sorgente qualunque. Sovra di esso poi si pone un guanto di taffettà inverniciato con entro i quattro diti della mano, ovvero meglio ancora un'altro piatto di rame dorato che porta nel suo centro un manico isolante, per cui si leva, e si ripone. Le due superficie, che si toccano, debbono essere ricoperte di più strati di vernice a gomma lacca applicati a caldo. Pertanto ponendo il piatto inferiore, o collettore in comunicazione con una sorgente elettrica, e toccando il piatto superiore con un dito bagnato, l'elettricità, che arriva, non potendo attraversare lo strato

di vernice scompone l' elettricità naturale del piatto superiore attirando il fluido elettrico di nome contrario, e respingendo per il dito e la persona dello sperimentatore nel suolo l' omonomo. Questo giuoco continua sino a che vi sia equilibrio tra le azioni elettriche attrattive, e repulsive. Allora togliendo il piatto superiore si manifesta nell'elettroscopio l'elettricità dissimulata sopra il collettore.

L' elettroscopio condensatore ha ricevuto, come si può leggere nel tomo XVI degli annali di Chimica e di Fisica di Gay-Lussac ed Arago, una maggiore sensibilità mercè l' artifizio usato dal sig. Bohnenberger professore di Fisica e d' Astronomia a Tubingen. Disposte due pile secche verticalmente in modo che terminassero in alto coi loro poli contrari, e tra questi essendovi una sola foglietta d'oro in iscambio di due, appena il piatto collettore riceve una debolissima elettricità, che la detta fogliuzza è respinta dal polo omonimo, e attirata da quello di nome contrario. La sensibilità di questo apparecchio per la doppia azione è tale, che a una certa distanza sente anche l' influenza dello stato elettrico della mano, o dei capelli.

De Saussure adattò nel 1785 all'elettrometro a boccetta di Cavallo una verghetta acuta e metallica alta due piedi, cui usò per esplorare l' elettricità atmosferica anche a cielo sereno, e in qualsivoglia ora del giorno e della notte, donde lo chiamò *elettrometro atmosferico portatile*. Prima di adoperarlo faceva toccare la sua punta colla terra per stabilire così un equilibrio tra la sua elettricità e quella del suolo. Ma acciocchè ei potesse esplorare l' elettricità a

grandi altezze nell' atmosfera, attaccò alla verghetta una cordicella metallica, la quale portava all'altra estremità una pallottola di piombo, cui slanciava in aria. Volta due anni dopo aggiunse in cima all' asta metallica un candelino acceso, o un solfanello fatto con un cordoncino di cotone intriso nello zolfo, ed ottenne così segni elettrici maggiori del doppio, ed anche del triplo.

Un giornale inglese avea nel mese di maggio 1788 annunziato, che il signor Bennet era lo scopritore dell' artificio di armare di un candelino acceso il conduttore atmosferico a fine di avere segni più manifesti dell' elettricità dell' aria. In prova di ciò allegava una memoria che lo stesso Bennet avea poco prima presentata alla società reale di Londra. Noi però attribuiamo il merito dell' anteriorità al Volta, perchè l' annunciò un anno prima di lui, come ognuno può convincersi leggendo le prime tre lettere, che ei scrisse al sig. Lichtembergh sulla meteorologia elettrica colla data del mese di luglio 1787. Con tutto ciò non intendo di negare, che il Sig. Bennet sia parimente pervenuto senza conoscere le sperienze del Volta al medesimo trovamento.

Si obbiettò al Volta che l'elettricità, la quale si manifesta nell'elettrometro atmosferico, fosse generata dalla fiamma. Ma oltrechè l'elettricità, che si svolge nella combustione, è negativa, ed invece quella dell'atmosfera è positiva, quand'anche l'elettroscopio sia munito di asta metallica e di un solfanello acceso, in fondo di una corte, in una strada, o in una camera, ove l'elettricità atmosferica è nulla, non offre mai il menomo segno d'elettricità.

Pertanto mercè l'artifizio del solfanello acceso in cima al conduttore atmosferico potè il celebre professore di Pavia render nel suo elettrometro condensatore sin' anco manifesto un centesimo di grado dell' elettricità atmosferica.

Volta formando il conduttore di tre, o quattro pezzi d' acciajo, cui avvitò insieme e sopra il cappelletto dell' elettrometro a boccetta, scoperse che all' altezza di sette piedi da terra si manifestavano nell' elettrometro due gradi di elettricità; che quando era munito di un candelino acceso, cresceva la divergenza fino a cinque gradi; che all' altezza di dodici piedi i segni elettrici oltrepassavano i dodici gradi; e che si facevano ancora maggiori, allorchè usava una lunga pertica, od una lunga canna da pescatore. Pertanto dalle sue molte osservazioni continuate per più mesi riconobbe, che l'elettricità a cielo sereno, e nella state non è mai nel suo elettrometro a paglie sottili nella notte minore di 3 gradi, poco dopo il mezzo giorno di 6 gradi, nel farsi della notte di 8 gradi; che d'inverno a cielo sereno e massime durante il gelo i segni elettrici si conservano tra i 10 fino ai 20 gradi; che nell' estate, e a cielo coperto senza apparenza di temporale sono i segni elettrici più o meno forti che a cielo sereno; che nel verno, e a cielo coperto i segni elettrici non sono mai tanto deboli come nella state, se non poco prima, o poco dopo la pioggia; e che infine l' elettricità delle nebbie è straordinariamente forte elevandosi sino a 60 e più gradi.

Inoltre il Volta in una erudita memoria pubblicata nel tomo quinto delle memorie di Matematica e di Fisica della società Italiana per l'anno 1790 fece ve-

dere che l' elettrometro atmosferico portatile può benissimo far le veci d' igrometro sensibilissimo, perchè la varia prontezza, con cui si dissipa l'elettricità da un corpo conduttore isolato, ci indica la maggiore o minore copia dei vapori che nuotano nell'aria. Per la qual cosa servendosi di un buon elettrometro quadrante di Henly riconobbe, se l' aria era umida, o secca, dal tempo che il pendolino impiegava per cadere intieramente sopra un conduttore elettrizzato a venticinque gradi. Ma siccome la scala igrometrica era compresa tra pochi secondi, ed una o più ore; così non si troverebbe chi voglia condannarsi a sì lunghe osservazioni per una semplice prova igrometrica. Pertanto per raccorciare il tempo dell' esperienza pensò il Volta di dissipare una parte dell'elettricità contenuta sul conduttore, toccandolo con un bastoncino di legno secco, o con una striscia di cuojo, ovvero di cartone, o con una corda di minugia o pure con un semplice filo di refe, i quali tengono il mezzo tra i corpi deferenti, e coibenti: e di questa maniera pervenne co' suoi elettrometri portatili a misurare l'umidità dell'aria nei diversi luoghi, e nelle diverse ore del giorno con sì grande esattezza che li preferiva eziandio agli igrometri sensibili, e comparabili di De Saussure, e di De Luc. Infine dimostrò, che le indicazioni del suo elettro-igrometro erano perfettamente comparabili con quelle dell' igrometro di Saussure; ed appoggiandosi a una lunga serie di sperienze formò con un'accuratezza ammirabile una tavola di rapporto, nella quale ciascuna delle pruove elettro-igrometriche offre il grado corrispondente dell'igrometro di Saussure.

Il Sig. Mauduyt ha istituito un esatto confronto tra la forza dell'elettricità, le indicazioni del termometro e del barometro, la direzione de' venti, e le variazioni atmosferiche; e ha notato i rapporti, che tra di loro esistono.

Già il P. Beccaria avea fatte interessanti osservazioni sull'elettricità atmosferica. Sulla collina di Garzegna nelle vicinanze di Mondovì avea disposto un' apparecchio elettrico, e misurato col mezzo di un accomodato elettrometro la forza dell'elettricità dell' aria. Queste osservazioni furono da lui continuate con grande perseveranza per quindici anni, ed oltrechè notò essere pressochè costantemente positiva l'elettricità atmosferica in tempo sereno, vi riconobbe pure un'andamento regolare di aumento, e di diminuzione. Quindi De Saussure studiando le variazioni giornaliere dell'elettricità atmosferica riconobbe dopo una lunga serie d'osservazioni fatte d'ora in ora, che principalmente nell' inverno essendo il tempo sereno l'elettricità cresce dalle ore sei del mattino sino alle dieci, per diminuire sino alle sei della sera, e che quindi aumenta sino alle ore otto per decrescere nuovamente sino alle sei del mattino; dimodochè una specie di flusso e riflusso ha luogo nello spazio di ventiquattro ore. Vide però che questi andamenti provano notabili alterazioni, quando il tempo è nuvoloso, e massime quando vi spira un forte vento, perchè vengono tra loro mescolati i diversi strati d' aria, e portati successivamente in contatto col suolo. Anche Mauduyt servendosi di una macchina elettrica, e dando una velocità costante al disco di cristallo per compiere un'intero giro giudicò dell'energia elet-

trica dalla distanza, in cui scagliasi la scintilla all' appressarvi l'elettrometro di Lane; e dopo molte esamine scoperse che l' elettricità seguiva nelle forti tenzioni una certa relazione coi cangiamenti termometrici e barometrici. Osservò eziandio che vigorosa era l'elettricità allo spirare di Borea, e all'incontro debole, quando veniva dal mezzodì. Infine vi notò pure un regolare andamento giornaliero nella forza dell'elettricità, cioè un accrescimento dal levare del sole sino al mezzo giorno, e quindi un'infievolimento alla sera e massime nella notte. Questa regolarità veniva interrotta, quando succedevano mutazioni istantanee nell'atmosfera per la violenza di un vento, o per la presenza di un qualche nugolo procelloso. Dalle quali osservazioni concluse, che l'energia elettrica de' corpi stesse in uno stretto rapporto colla secchezza, ed umidità dell'aria.

L'elettrometro di Coulomb fu a ragione denominato bilancia elettrica, perchè stabilisce l'equilibrio tra una forza elettrica, ed un'altra seconda forza da lui chiamata di torzione, la quale nasce dallo sforzo, che fa un filo di metallo, allorchè è torto, per ritornare alla sua primitiva posizione. Consiste specialmente in un filo sottilissimo d'argento, serrato alla sua estremità superiore da una piccola molletta, ed inferiormente teso da un corto cilindretto spaccato nel senso della sua lunghezza per ricevere il piccol'ago di gomma lacca, che porta infisso ad una sua estremità un dischetto di carta dorata. Ma per mantenerlo orizzontalmente si applica all'altra estremità un contrappeso. Si rinchiude l'apparecchio, acciò i moti dell'ago non vengano alterati dalle agitazioni dell'aria,

entro una cassa quadrata di vetro coperta da una lastra parimente di vetro forata nel mezzo e sormontata da un tubo di vetro, il quale è chiuso da un disco di metallo, su cui vi è segnata una scala di 360 gradi. Nel centro di questo disco metallico vi è un foro, per cui passa, e si move un bastoncino di metallo che porta nella sua parte superiore un' ago, o micrometro, e in basso la piccola molletta, che, come dicemmo, serra e sostiene il filo d'argento. Si noti pure che la lamina di vetro, che copre la cassa, ha un'altro pertugio, per cui si fa passare, e si fissa un bastoncino di gomma lacca terminato in una pallottolina, che è collocata al zero della scala applicata sulle pareti della cassa di vetro. Pertanto Coulomb pervenne mediante questo sensibilissimo elettrometro a ridurre a giusta misura e a calcolo i variatissimi fenomeni, che l' elettricità produce ne' corpi, ed a scoprire le leggi che reggono le attrazioni, e le repulzioni elettriche.

CAPO NONO.

Descrizione delle macchine elettriche. Volta scoperse che di due conduttori quello, che ha una maggiore lunghezza prevale sempre in capacità sull'altro; e che dodici bastoni della lunghezza di 96 piedi producono una commozione analoga a quella di una boccia elettrica, dimodochè ingrandendo col pensiero la lunghezza dei conduttori s' innalzò all' idea di una nuvola fulminante. Macchine elettriche di Van-Marum, di Nairne, e di Elice per ottenere separatamente l' elettricità vitrea e resinosa. Possente macchina elettrica del sig. Novellucci di Firenze, la quale fu costrutta prima di quella di Metzger, di Roberto, e di Walfram.

Gli apparecchi usati dai Fisici per avere un alto grado d' elettricità si chiamano *macchine elettriche*, le quali compongonsi di tre parti distinte, cioè di un disco di vetro, di strofinaccioli, e di conduttori isolati. Noi abbiamo già nel primo volume parlato dei tubi di vetro e dei bastoni di ceralacca usati da Grey e da Dufay; dei globi di zolfo adoperati da Ottone di Guerike, e dei cilindri di vetro impiegati da Hauskbée; e delle diverse modificazioni fattevi da Bose, da Winkler, e dall'abate Nollet. Ora siccome la forma e la disposizione delle macchine elettriche possono variare all'infinito; così si limiteremo a notar ciò che crediamo più essenziale a sapersi sopra ciascheduna delle tre dette parti.

Essendosi sostituito ai tubi e ai globi i dischi di vetro, e alla mano i cuscinetti di pelle si raccolse l'elettricità eccitata nel loro mutuo strofinamento sopra conduttori metallici isolati. I cuscinetti sono riempiuti di crini, e fortemente si applicano contro il disco per mezzo di elastici; ed acciocchè si accresca maggiormente la forza elettrica, si intonaca la superficie degli strofinaccioli di un'amalgama composta di due parti di stagno, e sette di mercurio.

Per fare che la scomposizione dell'elettricità sia più estesa, si pongono i cuscinetti in comunicazione col suolo; e per impedire, che l'elettricità del vetro si disperda per il contatto dell'aria, si attaccano ai cuscinetti due pezzi di taffettà gommato, che cuoprono la superficie del disco sino alle punte del vicino conduttore, sovra cui gettasi, e si accumula l'elettricità vitrea. I conduttori debbono essere isolati sopra lunghi, e sottili cilindri di vetro coperti di uno spesso strato di vernice.

Volta in una lettera che scrisse da Como il 20 agosto 1778 al Sig. De Saussure, descrive parecchie curiose osservazioni, che fece sulla capacità dei conduttori, e sulla facoltà che ha un semplice conduttore di dare la scossa, allorchè vien tocco.

I Fisici aveano già molt'anni innanzi riconosciuto che la capacità dei conduttori non è in ragione della massa, ma bensì del volume e della superficie loro. Grey fu il primo a comprovare, che sopra due corpi di egual volume, e di massa diversa si accumula la stessa quantità di materia elettrica. Inoltre Lemonnier dimostrò che l'elettricità, la quale si getta sui conduttori, non è già in proporzione della loro su-

perficie; e che tra due superficie eguali quella che più si estende in lunghezza, riceve una maggiore quantità di materia elettrica: perciocchè un piede quadrato di stagno riceve assai meno di elettricità, che un bastoncino dello stesso metallo, e di eguale superficie.

Le due sperienze di Franklin, l' una della catena, la quale tirata fuori da un catino elettrizzato, e dispiegata nell' aria accresce la capacità del conduttore, mentre che accolta, ed ammucchiata di nuovo la riconduce all' angusta capacità di prima, e l' altra della pallottolina di sovero, che appesa a un filo di seta, e calata al fondo di un vaso d' argento elettrizzato, o pozzo elettrico non trae fuori niuna elettricità, comprovano che l' elettricità accumulata nei conduttori tutta si dispiega sulla loro superficie. Quest' ultimo sperimento fu specialmente studiato dal signor De Saussure in una bella dissertazione *de electricitate* ec.: e quindi pienamente analizzato dal P. Beccaria in un libretto *de atmosfera electrica* pubblicato nel 1769. Ma chi studiò questo difficile subbietto sotto nuovi punti di vista da dedurne conclusioni più certe, fu il chiarissimo Volta, il quale instituì sì curiose sperienze che si meritano l' attenzione del Fisico.

Il professore di Pavia per dimostrare sperimentalmente che tra due conduttori di eguale superficie quello, che più si estende in lunghezza, ha una maggiore capacità, pigliò tre cilindri di legno inargentati di eguale superficie, cioè di un piede quadrato non contando le teste, in guisa però che il primo avesse un piede di lunghezza e quattro pollici

di grossezza, il secondo fosse lungo il doppio e la metà men grosso, e il terzo fosse otto volte più lungo ed altrettanto più piccolo, ed elettrizzatili tutti e tre, vide che il secondo si elettrizzava maggiormente del primo, e il terzo incomparabilmente più del primo e del secondo insieme presi.

Avendo quindi nelle sue sperienze osservato, che un lungo filo di ferro condotto dalla base di una spranga frankliniana, o parafulmine, gittava scintille corte sì, ma rabbiose e scuotenti, comechè fosse a piccola tenzione elettrizzata l'atmosfera, volle provare a infondere nella stessa spranga l'elettricità che si eccita in una macchina elettrica ordinaria, e vi cavò medesimamente scintille vivaci, pungenti e seguentisi l'una l'altra. Riconobbe però, che la sottigliezza del filo dee avere un limite; perchè se è troppo piccolo, l'elettricità disperdesi da se stessa nell'aria. Bastava però che usasse bastoni di legno inargentati della grossezza di sei linee per portare l'elettricità a qualsivoglia tensione. Quindi trovò che dodici di essi della lunghezza di 96 piedi, e di 12 piedi in superficie valgono ad accumulare una sì strana dose d'elettricità da scuotere fortemente chi la riceve. Quando poi non si avesse una lunga stanza o corridore per disporli in linea retta si possono ripartire in quattro file parallele sospendendole in uno stesso piano orizzontale alla soffitta della stanza col mezzo di cordoncini di seta, e al di sotto collocandone un second' ordine, e quindi un terzo ec. come lo comporterà l'altezza della stanza; le file però, e gli ordini debbono distare tra loro di tre o quattro piedi, e comunicare a vicenda col mezzo di verghe metalliche. Di-

sposti di tale maniera i bastoni, ed elettrizzati scagliano contro il dito di chi li tocca, una gagliarda scintilla, la quale vale a scuotere il braccio, ed a produrre una commozione somigliante a quella di una boccia di Leyden, quando lo sperimentatore trovisi sopra un pavimento adacquato, ovvero tocchi un filo, che vada ad immergersi in un pozzo.

Volta reputò, che la capacità de'suoi bastoni di 96 piedi di lunghezza fosse eguale a quella di una boccetta di quattro pollici in quadro di armatura, dappoichè toccandoli coll'uncino di questa boccetta ebbe tanto dai primi, quanto dalla seconda due mezze scosse. Il che gli fece pensare che un conduttore nove volte più lungo cagionerebbe un'effetto eguale a quello di un quadro magico di un piede quadrato di armatura, ed aumentandone gradatamente la lunghezza s'innalzò all'idea di una nuvola fulminante. Imperciocchè supponendo che in uno spazio compreso da una nuvola lunga 900 piedi, larga altrettanto, e grossa 90 piedi si possano collocare mille file di bastoni lunghi 900 piedi e discosti l'uno dall'altro di 9 piedi, calcolò, che la capacità loro equivarrebbe quella di una batteria di mille piedi quadrati di armatura. Chi mai potrà concepire la forza e gli effetti tremendi, che produrrà una sì possente batteria? Che poi si dovrà dire di quelle nubi elettrizzate, che si estendono a più migliaja di tese quadrate? Quale idea pertanto si faremo noi mai della copia, tensione e forza del fuoco elettrico, che tali nubi contengono, e slanciano terribilmente contro gli oggetti terrestri?

Van-Marum di Harlem costrusse una macchina, colla quale ottenne a piacimento ora l'elettricità po-

CAPO DECIMO.

Dottrina elettrica di Epino, e principj, sui quali si appoggia. Distinzione dei fenomeni elettrici in due grandi classi; analisi e spiegazione, che ne diede. Difficoltà, che si oppongono alla teoria di un solo fluido, e massime la supposizione che le molecole de' corpi mutuamente si respingono. Il qual paradosso fu pure sostenuto da Cavendish. Infine appresso i principj d' Epino il sig. Mossotti cercò di spiegare la maniera di agire delle forze che reggono l' interna costituzione dei corpi.

Analizzerò brevemente la dottrina elettrica di uno de' più rinomati Fisici d' Alemagna, Francesco Epino, il quale molto contribuì co' suoi ingegnosi scritti ai progressi dell' elettricismo, cui coltivò con tutto l' ardore di un' anima amantissima di gloria. Nacque nel 1724 in Rostock città del Granducato di Mecklenburg-Schwerin, e morì a Dorpt nella Livonia nel 1802. Ciò, che più onora il nome di un sì benemerito Scrittore, è l' opera *tentamen theoriae electricitatis et magnetismi*. In essa spiegò tutta la possanza del suo intelletto, ed abilmente i variati fenomeni elettrici e magnetici ad una precisione matematica ricondusse. Altri seguirono l' esempio dato da lui, dappoichè riconobbero, che la verisimiglianza di una teoria sta appunto in un linguaggio esatto e conforme a quanto ci detta l' esperienza, l' osservazione, e il calcolo.

numero dei sistemi confricatori e collettori della macchina elettrica, e ha di questa maniera ottenuto una forte quantità di elettrico. Quindi il Sig. Roberto Hare inglese col situare orizzontalmente il disco di cristallo, potè isolare i cuscinetti confricatori, ed ottenne nel sistema confricatore l'elettricità negativa, e nel collettore l'elettricità positiva. Infine il Sig. Wolfram sostituendo ai dischi, ed ai cilindri di vetro una campana, quale si usa nelle sperienze pneumatiche, e confricando nel medesimo tempo le pareti interne, ed esterne raccolse un'elettricità molto intensa, siccome è detto nel bullettino di Ferussac dell'anno 1824.

Ma otto anni prima che i Signori Metzger, Hare, e Wolfram pensassero alle loro sperienze, avea il sig. Novellucci di Firenze combinati insieme i sistemi confricatore, e collettore in una macchina elettrica da lui ingegnosamente ideata e costrutta, e moltiplicando così le loro azioni ha prodotti con molta maestria e al cospetto di colte persone effetti elettrici intensissimi. Il sig. Marchese Ridolfi in uno scritto sul *nuovo miglioramento delle macchine elettriche a disco* stampato nell'antologia per l'anno 1824 ci diede una descrizione accurata della macchina elettrica, cui da circa dieci anni usava il sig. Novellucci, il quale amantissimo delle cose Fisiche si fè valentemente conoscere per varie utili invenzioni. In questo apparecchio il disco è mosso orizzontalmente, e gli si dà una grande velocità di rotazione mediante il congegno di un rocchetto, e di una ruota dentata, la quale si fa rapidamente girare col mezzo di una manovella. Sei paja di cuscinetti convene-

volmente montati sopra di cristalli isolatori costituiscono il sistema eccitatore: e sei branche di metallo terminate in cilindri muniti di punte, ed alternatamente disposti coi cuscinetti negli spazj intermedj del disco, formano il sistema collettore. Queste sei branche sono poi sostenute da una zona di metallo, la quale circonda un vaso di vetro in modo che il sistema resta isolato. Ma il Novelluci vedendo che la superficie del sistema collettore era troppo piccola per raccogliere tutta l'elettricità che si sprigionava dal disco, pensò di tramutare il vaso isolatore in una bottiglia di Leyden. Con questo felice concepimento ricondusse in breve spazio l'apparecchio senza punto diminuirne l'azione, o ad essere costretto di ricorrere alla dispendiosa, ed imbarazzante costruzione dei conduttori a bacchette immaginati dal Volta per accumulare forti dosi d' elettricità.

Essendo pertanto i due sistemi confricatore e collettore isolati, e ponendo la macchina in azione si eccita in pari tempo una forte elettricità positiva e negativa in guisa che se si stabilisca « un salto di soli tre pollici, sono parole del Marchese Ridolfi, fra un conduttore terminante in una palla e proveniente dal sistema confricatore, ed una estremità delle branche del corpo collettore, il passaggio della scintilla è quasi continuo, e ciascuna scintilla produce uno scoppio simile alla scarica di un quadro magico completamente caricato, e di un'armatura di circa due piedi quadrati. Ciascuna di queste scariche malamente si sostiene da un' uomo il meno sensibile; accende la polvere da cannone, e la resina; lacera con due fori ben distinti una foglia di stagno, o una carta da

Fondasi la dottrina elettrica di Epino sopra due principj già stabiliti da Franklin. 1.° Le molecole elettriche si respingono mutuamente le une le altre anche a considerevoli distanze: 2.° sono desse attratte dalla sostanza de' corpi.

Non tutti i corpi si lasciano con eguale facilità penetrare dal fluido elettrico; perchè se gli anelettrici gli offrono nella loro sostanza un libero passaggio, si lasciano in iscambio gli idioelettrici difficilmente attraversare.

Si contiene nella sostanza de' corpi una certa determinata dose di fluido elettrico proporzionata alla loro massa, cui denominò *quantità naturale*: e finchè non viene alterata questa quantità, esistendo l' equilibrio tra la repulsione delle molecole elettriche, e l' attrazione delle molecole de' corpi non vi apparisce alcun indizio d' elettricità; la quale tosto si manifesta in più o in meno, se per una qualsivoglia causa venga una tale quantità aumentata o diminuita.

Un corpo si dice carico d'*elettricità positiva*, quando contiene una dose di elettrico maggiore di quanto gli compete naturalmente: all' incontro si dice carico d' *elettricità negativa*, quando ne ha una dose minore della sua quantità naturale. Usò anche i termini d' elettricità in più, e in meno per denotare questi due stati elettrici opposti.

Epino distinse i fenomeni elettrici in due grandi classi, di cui l' una comprende gli effetti, che la materia elettrica produce nel passare da un corpo in eccesso in un' altro in difetto; e l' altra abbraccia le attrazioni e le repulsioni de' corpi elettrici secondo la specie dell' elettricità, che hanno.

Nello studio dei fenomeni della prima classe esaminò primamente il caso di un corpo, il quale non contenga che la sua quantità naturale di fluido elettrico, e gli fu facile il dedurre che l'attrazione, cui la sua propria sostanza esercita sopra una qualsivoglia molecola elettrica, farà equilibrio alla repulsione, che sopra la medesima esercitano le molecole del suo fluido naturale; onde rimarrà immobile in virtù dell'eguaglianza d'azione delle due forze attrativa e repulsiva, non essendovi veruna ragione, per cui debba muoversi piuttosto da una parte, che dall'altra. Ma se vengavi aggiunta una nuova dose di fluido elettrico, allora la forza repulsiva di questo unendosi a quella del fluido naturale supererà la forza attrattiva della sostanza del corpo, e la detta molecola elettrica sarà mossa e respinta. La qual cosa si dee pure intendere per le altre molecole elettriche, le quali allontanandosi successivamente, e portandosi di strato in strato verso la superficie si spanderebbono indefinitamente nello spazio, se un qualche ostacolo non le rattenesse. Da questa breve analisi di ciò, che succede in un corpo elettrizzato in più puossi di leggieri arguire ciò che accadrà in un'altro elettrizzato in meno. Conciossiachè la forza di repulsione del suo poco fluido residuo sopra una molecola elettrica situata presso la superficie essendo minore della forza attrattiva del corpo, verrà attratta verso il centro, ed altre molecole elettriche vi effluiranno dal di fuori all'indentro sino a che abbia acquistato la sua quantità naturale di elettrico. Ma siccome il potere idioelettrico de' corpi si oppone al libero passaggio dell'elettricità; ne ritarderà perciò d'assai l'af-

Fondasi la dottrina elettrica di Epino sopra due principj già stabiliti da Franklin. 1.° Le molecole elettriche si respingono mutuamente le une le altre anche a considerevoli distanze: 2.° sono desse attratte dalla sostanza de' corpi.

Non tutti i corpi si lasciano con eguale facilità penetrare dal fluido elettrico; perchè se gli anelettrici gli offrono nella loro sostanza un libero passaggio, si lasciano in iscambio gli idioelettrici difficilmente attraversare.

Si contiene nella sostanza de' corpi una certa determinata dose di fluido elettrico proporzionata alla loro massa, cui denominò *quantità naturale:* e finchè non viene alterata questa quantità, esistendo l' equilibrio tra la repulsione delle molecole elettriche, e l' attrazione delle molecole de' corpi non vi apparisce alcun indizio d' elettricità; la quale tosto si manifesta in più o in meno, se per una qualsivoglia causa venga una tale quantità aumentata o diminuita.

Un corpo si dice carico d'*elettricità positiva*, quando contiene una dose di elettrico maggiore di quanto gli compete naturalmente: all' incontro si dice carico d' *elettricità negativa*, quando ne ha una dose minore della sua quantità naturale. Usò anche i termini d' elettricità in più, e in meno per denotare questi due stati elettrici opposti.

Epino distinse i fenomeni elettrici in due grandi classi, di cui l' una comprende gli effetti, che la materia elettrica produce nel passare da un corpo in eccesso in un' altro in difetto; e l' altra abbraccia le attrazioni e le repulsioni de' corpi elettrici secondo la specie dell' elettricità, che hanno.

di grossezza, il secondo fosse lungo il doppio e la metà men grosso, e il terzo fosse otto volte più lungo ed altrettanto più piccolo, ed elettrizzatili tutti e tre, vide che il secondo si elettrizzava maggiormente del primo, e il terzo incomparabilmente più del primo e del secondo insieme presi.

Avendo quindi nelle sue sperienze osservato, che un lungo filo di ferro condotto dalla base di una spranga frankliniana, o parafulmine, gittava scintille certe sì, ma rabbiose e scuotenti, comechè fosse a piccola tenzione elettrizzata l'atmosfera, volle provare a infondere nella stessa spranga l'elettricità che si eccita in una macchina elettrica ordinaria, e vi cavò medesimamente scintille vivaci, pungenti e seguentisi l'una l'altra. Riconobbe però, che la sottigliezza del filo dee avere un limite; perchè se è troppo piccolo, l'elettricità disperdesi da se stessa nell'aria. Bastava però che usasse bastoni di legno inargentati della grossezza di sei linee per portare l'elettricità a qualsivoglia tensione. Quindi trovò che dodici di essi della lunghezza di 96 piedi, e di 12 piedi in superficie valgono ad accumulare una sì strana dose d'elettricità da scuotere fortemente chi la riceve. Quando poi non si avesse una lunga stanza o corridore per disporli in linea retta si possono ripartire in quattro file parallele sospendendole in uno stesso piano orizzontale alla soffitta della stanza col mezzo di cordoncini di seta, e al di sotto collocandone un second' ordine, e quindi un terzo ec. come lo comporterà l'altezza della stanza; le file però, e gli ordini debbono distare tra loro di tre o quattro piedi, e comunicare a vicenda col mezzo di verghe metalliche. Di-

sposti di tale maniera i bastoni, ed elettrizzati scagliano contro il dito di chi li tocca, una gagliarda scintilla, la quale vale a scuotere il braccio, ed a produrre una commozione somigliante a quella di una boccia di Leyden, quando lo sperimentatore trovisi sopra un pavimento adacquato, ovvero tocchi un filo, che vada ad immergersi in un pozzo.

Volta reputò, che la capacità de'suoi bastoni di 96 piedi di lunghezza fosse eguale a quella di una boccetta di quattro pollici in quadro di armatura, dappoichè toccandoli coll'uncino di questa boccetta ebbe tanto dai primi, quanto dalla seconda due mezze scosse. Il che gli fece pensare che un conduttore nove volte più lungo cagionerebbe un'effetto eguale a quello di un quadro magico di un piede quadrato di armatura, ed aumentandone gradatamente la lunghezza s'innalzò all'idea di una nuvola fulminante. Imperciocchè supponendo che in uno spazio compreso da una nuvola lunga 900 piedi, larga altrettanto, e grossa 90 piedi si possano collocare mille file di bastoni lunghi 900 piedi e discosti l'uno dall'altro di 9 piedi, calcolò, che la capacità loro equivarrebbe quella di una batteria di mille piedi quadrati di armatura. Chi mai potrà concepire la forza e gli effetti tremendi, che produrrà una sì possente batteria? Che poi si dovrà dire di quelle nubi elettrizzate, che si estendono a più migliaja di tese quadrate? Quale idea pertanto si faremo noi mai della copia, tensione e forza del fuoco elettrico, che tali nubi contengono, e slanciano terribilmente contro gli oggetti terrestri?

Van-Marum di Harlem costrusse una macchina, colla quale ottenne a piacimento ora l'elettricità po-

sitiva, ed ora la negativa. Due paja di cuscinetti elastici riempiuti di crini, e posti verso la periferia del disco di vetro in un senso orizzontale inservono per strofinaccioli; e due conduttori mobili sono disposti in modo che ricevono o l'una o l'altra delle due elettricità secondochè si fa col mezzo di una piccola catenella comunicare col suolo il conduttore che prende l'elettricità dal disco, ovvero quello che la riceve dai cuscinetti. Anche la macchina di Nairne che trovasi in quasi tutti i gabinetti di Fisica inserve assai bene per avere separatamente le due elettricità. Consiste in un cilindro cavo di cristallo del diametro di 8, o 16 pollici, e della lunghezza di 12, o 24 pollici, il cui asse si fa mediante una manovella girare sopra due piedestalli di vetro. Ad uno di questi piedestalli v'è fisso un cuscinetto, che si applica con forza contro la superficie del cilindro mediante un' elastico di metallo. Due cilindri metallici sostenuti da tubi di vetro si chiamano conduttori: positivo dicesi quello che è in comunicazione col cilindro di vetro, e negativo l'altro che è in contatto col cuscinetto; onde quando si vuole l'elettricità positiva si fa comunicare colla terra quello del cuscinetto, e all' incontro si fa l'altro comunicare col suolo, quando si vuole avere l'elettricità negativa. Il Professore Elice poi ottenne nello stesso tempo, e dal medesimo disco le due elettricità, intonacando una delle sue superficie di uno strato di ceralacca di quattro linee di spessore.

Leggesi nella biblioteca universale di Ginevra per l'anno 1823 che il Sig. Metzger parroco a Sekingen ha ingegnosamente pensato di portare a tre il

numero dei sistemi confricatori e collettori della macchina elettrica, e ha di questa maniera ottenuto una forte quantità di elettrico. Quindi il Sig. Roberto Hare inglese col situare orizzontalmente il disco di cristallo, potè isolare i cuscinetti confricatori, ed ottenne nel sistema confricatore l'elettricità negativa, e nel collettore l'elettricità positiva. Infine il Sig. Wolfram sostituendo ai dischi, ed ai cilindri di vetro una campana, quale si usa nelle sperienze pneumatiche, e confricando nel medesimo tempo le pareti interne, ed esterne raccolse un'elettricità molto intensa, siccome è detto nel bullettino di Ferussac dell'anno 1824.

Ma otto anni prima che i Signori Metzger, Hare, e Wolfram pensassero alle loro sperienze, avea il sig. Novellucci di Firenze combinati insieme i sistemi confricatore, e collettore in una macchina elettrica da lui ingegnosamente ideata e costrutta, e moltiplicando così le loro azioni ha prodotti con molta maestria e al cospetto di colte persone effetti elettrici intensissimi. Il sig. Marchese Ridolfi in uno scritto sul *nuovo miglioramento delle macchine elettriche a disco* stampato nell'antologia per l'anno 1824 ci diede una descrizione accurata della macchina elettrica, cui da circa dieci anni usava il sig. Novellucci, il quale amantissimo delle cose Fisiche si fè valentemente conoscere per varie utili invenzioni. In questo apparecchio il disco è mosso orizzontalmente, e gli si dà una grande velocità di rotazione mediante il congegno di un rocchetto, e di una ruota dentata, la quale si fa rapidamente girare col mezzo di una manovella. Sei paja di cuscinetti convene-

CAPO DECIMO.

Dottrina elettrica di Epino, e principj, sui quali si appoggia. Distinzione dei fenomeni elettrici in due grandi classi; analisi e spiegazione, che ne diede. Difficoltà, che si oppongono alla teoria di un solo fluido, e massime la supposizione che le molecole de' corpi mutuamente si respingono. Il qual paradosso fu pure sostenuto da Cavendish. Infine appresso i principj d' Epino il sig. Mossotti cercò di spiegare la maniera di agire delle forze che reggono l' interna costituzione dei corpi.

Analizzerò brevemente la dottrina elettrica di uno de' più rinomati Fisici d' Alemagna, Francesco Epino, il quale molto contribuì co' suoi ingegnosi scritti ai progressi dell' elettricismo, cui coltivò con tutto l' ardore di un' anima amantissima di gloria. Nacque nel 1724 in Rostock città del Granducato di Mecklenburg-Schwerin, e morì a Dorpt nella Livonia nel 1802. Ciò, che più onora il nome di un sì benemerito Scrittore, è l' opera *tentamen theoriae electricitatis et magnetismi*. In essa spiegò tutta la possanza del suo intelletto, ed abilmente i variati fenomeni elettrici e magnetici ad una precisione matematica ricondusse. Altri seguirono l' esempio dato da lui, dappoichè riconobbero, che la verisimiglianza di una teoria sta appunto in un linguaggio esatto e conforme a quanto ci detta l' esperienza, l' osservazione, e il calcolo.

Fondasi la dottrina elettrica di Epino sopra due principj già stabiliti da Franklin. 1.° Le molecole elettriche si respingono mutuamente le une le altre anche a considerevoli distanze: 2.° sono desse attratte dalla sostanza de' corpi.

Non tutti i corpi si lasciano con eguale facilità penetrare dal fluido elettrico; perchè se gli anelettrici gli offrono nella loro sostanza un libero passaggio, si lasciano in iscambio gli idioelettrici difficilmente attraversare.

Si contiene nella sostanza de' corpi una certa determinata dose di fluido elettrico proporzionata alla loro massa, cui denominò *quantità naturale*: e finchè non viene alterata questa quantità, esistendo l' equilibrio tra la repulsione delle molecole elettriche, e l' attrazione delle molecole de' corpi non vi apparisce alcun indizio d' elettricità; la quale tosto si manifesta in più o in meno, se per una qualsivoglia causa venga una tale quantità aumentata o diminuita.

Un corpo si dice carico d'*elettricità positiva*, quando contiene una dose di elettrico maggiore di quanto gli compete naturalmente: all' incontro si dice carico d' *elettricità negativa*, quando ne ha una dose minore della sua quantità naturale. Usò anche i termini d' elettricità in più, e in meno per denotare questi due stati elettrici opposti.

Epino distinse i fenomeni elettrici in due grandi classi, di cui l' una comprende gli effetti, che la materia elettrica produce nel passare da un corpo in eccesso in un' altro in difetto; e l' altra abbraccia le attrazioni e le repulsioni de' corpi elettrici secondo la specie dell' elettricità, che hanno.

volmente montati sopra di cristalli isolatori costituiscono il sistema eccitatore: e sei branche di metallo terminate in cilindri muniti di punte, ed alternatamente disposti coi cuscinetti negli spazj intermedj del disco, formano il sistema collettore. Queste sei branche sono poi sostenute da una zona di metallo, la quale circonda un vaso di vetro in modo che il sistema resta isolato. Ma il Novelluci vedendo che la superficie del sistema collettore era troppo piccola per raccogliere tutta l'elettricità che si sprigionava dal disco, pensò di tramutare il vaso isolatore in una bottiglia di Leyden. Con questo felice concepimento ricondusse in breve spazio l'apparecchio senza punto diminuirne l'azione, o ad essere costretto di ricorrere alla dispendiosa, ed imbarazzante costruzione dei conduttori a bacchette immaginati dal Volta per accumulare forti dosi d'elettricità.

Essendo pertanto i due sistemi confricatore e collettore isolati, e ponendo la macchina in azione si eccita in pari tempo una forte elettricità positiva e negativa in guisa che se si stabilisca « un salto di soli tre pollici, sono parole del Marchese Ridolfi, fra un conduttore terminante in una palla e proveniente dal sistema confricatore, ed una estremità delle branche del corpo collettore, il passaggio della scintilla è quasi continuo, e ciascuna scintilla produce uno scoppio simile alla scarica di un quadro magico completamente caricato, e di un'armatura di circa due piedi quadrati. Ciascuna di queste scariche malamente si sostiene da un' uomo il meno sensibile; accende la polvere da cannone, e la resina; lacera con due fori ben distinti una foglia di stagno, o una carta da

giuoco interposta, ed ossida la sottilissima foglia d' oro, o di platino ridotta in un' angusto nastrino, e tenuta fra due lastre di vetro. Un' uomo isolato che appoggiando il pollice all' estremità del corpo collettore tocchi coll' auricolare il sistema eccitatore, costituendo così colla sua mano un'arco eccitatore sente benissimo il tacito passaggio dell' elettricità, e se un brevissimo intervallo rompe il perfetto circuito, egli prova quegli stessi effetti dolorosi, che risveglia la riunione fatta in tal guisa dei poli di un elettromotore assai gagliardo. Se nel modo stesso dispongasi un conduttore metallico interrotto, e questa interruzione si tolga frapponendo un imperfetto conduttore come l' esca e il carbone, questi corpi tosto si accendono, e bruciano con molta vivacità, sebbene non giungano a sviluppare la luce abbagliante, che svolgono fra i poli voltaici ».

Con questa macchina elettrica si opera anche, siccome si ha nella pila Voltaica, la scomposizione di molti sali: e quando si ricongiungono i due apparecchi eccitatore e collettore col mezzo di un filo metallico piegato in elica, e si pongono tra le sue spire un tubo di vetro con entro un' ago vergine, dopo pochi giri del disco l'ago mostrasi magnetizzato, come se fosse stato posto sotto l' azione della corrente galvanica.

CAPO DECIMO.

Dottrina elettrica di Epino, e principj, sui quali si appoggia. Distinzione dei fenomeni elettrici in due grandi classi; analisi e spiegazione, che ne diede. Difficoltà, che si oppongono alla teoria di un solo fluido, e massime la supposizione che le molecole de' corpi mutuamente si respingono. Il qual paradosso fu pure sostenuto da Cavendish. Infine appresso i principj d' Epino il sig. Mossotti cercò di spiegare la maniera di agire delle forze che reggono l' interna costituzione dei corpi.

Analizzerò brevemente la dottrina elettrica di uno de' più rinomati Fisici d' Alemagna, Francesco Epino, il quale molto contribuì co' suoi ingegnosi scritti ai progressi dell' elettricismo, cui coltivò con tutto l' ardore di un' anima amantissima di gloria. Nacque nel 1724 in Rostock città del Granducato di Mecklenburg-Schwerin, e morì a Dorpt nella Livonia nel 1802. Ciò, che più onora il nome di un sì benemerito Scrittore, è l' opera *tentamen theoriae electricitatis et magnetismi*. In essa spiegò tutta la possanza del suo intelletto, ed abilmente i variati fenomeni elettrici e magnetici ad una precisione matematica ricondusse. Altri seguirono l' esempio dato da lui, dappoichè riconobbero, che la verisimiglianza di una teoria sta appunto in un linguaggio esatto e conforme a quanto ci detta l' esperienza, l' osservazione, e il calcolo.

Fondasi la dottrina elettrica di Epino sopra due principj già stabiliti da Franklin. 1.° Le molecole elettriche si respingono mutuamente le une le altre anche a considerevoli distanze: 2.° sono desse attratte dalla sostanza de' corpi.

Non tutti i corpi si lasciano con eguale facilità penetrare dal fluido elettrico; perchè se gli anelettrici gli offrono nella loro sostanza un libero passaggio, si lasciano in iscambio gli idioelettrici difficilmente attraversare.

Si contiene nella sostanza de' corpi una certa determinata dose di fluido elettrico proporzionata alla loro massa, cui denominò *quantità naturale:* e finchè non viene alterata questa quantità, esistendo l' equilibrio tra la repulsione delle molecole elettriche, e l' attrazione delle molecole de' corpi non vi apparisce alcun indizio d' elettricità; la quale tosto si manifesta in più o in meno, se per una qualsivoglia causa venga una tale quantità aumentata o diminuita.

Un corpo si dice carico d'*elettricità positiva*, quando contiene una dose di elettrico maggiore di quanto gli compete naturalmente: all' incontro si dice carico d' *elettricità negativa*, quando ne ha una dose minore della sua quantità naturale. Usò anche i termini d' elettricità in più, e in meno per denotare questi due stati elettrici opposti.

Epino distinse i fenomeni elettrici in due grandi classi, di cui l' una comprende gli effetti, che la materia elettrica produce nel passare da un corpo in eccesso in un' altro in difetto; e l' altra abbraccia le attrazioni e le repulsioni de' corpi elettrici secondo la specie dell' elettricità, che hanno.

Nello studio dei fenomeni della prima classe esaminò primamente il caso di un corpo, il quale non contenga che la sua quantità naturale di fluido elettrico, e gli fu facile il dedurre che l'attrazione, cui la sua propria sostanza esercita sopra una qualsivoglia molecola elettrica, farà equilibrio alla repulsione, che sopra la medesima esercitano le molecole del suo fluido naturale; onde rimarrà immobile in virtù dell'eguaglianza d'azione delle due forze attrativa e repulsiva, non essendovi veruna ragione, per cui debba muoversi piuttosto da una parte, che dall'altra. Ma se vengavi aggiunta una nuova dose di fluido elettrico, allora la forza repulsiva di questo uncendosi a quella del fluido naturale supererà la forza attrattiva della sostanza del corpo, e la detta molecola elettrica sarà mossa e respinta. La qual cosa si dee pure intendere per le altre molecole elettriche, le quali allontanandosi successivamente, e portandosi di strato in strato verso la superficie si spanderebbono indefinitamente nello spazio, se un qualche ostacolo non le rattenesse. Da questa breve analisi di ciò, che succede in un corpo elettrizzato in più possi di leggieri arguire ciò che accadrà in un'altro elettrizzato in meno. Conciossiachè la forza di repulsione del suo poco fluido residuo sopra una molecola elettrica situata presso la superficie essendo minore della forza attrattiva del corpo, verrà attratta verso il centro, ed altre molecole elettriche vi effluiranno dal di fuori all'indentro sino a che abbia acquistato la sua quantità naturale di elettrico. Ma siccome il potere idioelettrico de' corpi si oppone al libero passaggio dell'elettricità; ne ritarderà perciò d'assai l'af-

fluenza e l' effluenza. Locchè si dee tenere a calcolo, acciò le conclusioni teoriche corrispondano esattamente coi risultati sperimentali.

Studiò quindi il caso più complicato di un corpo, in cui la materia elettrica sia sovrabbondante in una parte, e mancante in un' altra: e per maggior semplicità considerando l' azione, che la materia propria del corpo esercita sopra due molecole elettriche poste l' una ad un' estremità, e l' altra all' opposta, riconobbe che per il giuoco delle forze attrattive e repulsive tende l' elettrico a passare dalla parte, ov'è in eccesso nell'altra, in cui è in difetto, in modochè si ristabilisce l' equilibrio lentamente nei corpi coibenti, ed istantaneamente negli analettrici.

Nella disamina dei fenomeni della seconda classe, e per determinare le leggi delle attrazioni e delle repulsioni elettriche, suppose due corpi allo stato naturale, cui chiamò l' uno A e l' altro B, e quattro le forze, che entrano come elementi nella loro azione scambievole.

1. La matteria propria di A attrae il fluido elettrico di B.

2. Il fluido elettrico di A respinge quello di B.

3. Il fluido elettrico di A attira la materia propria di B.

4. La materia propria di A respinge quella di B.

Considerando il fluido elettrico come un essere semplice, le cui molecole si respingano mutuamente, e siano in vece attratte dalla materia stessa de'corpi, riconobbe che le due prime forze sono eguali e contrarie; perchè l' attrazione della materia di A sul fluido di B essendo eguale alla repulsione scambievole dei due fluidi elettrici di A e di B debbono le

medesime a cagione della loro eguaglianza ed opposizione distruggersi, e prodursi così l' equilibrio, o il riposo elettrico. Riconobbe pure che la terza forza è eguale alla prima, perchè l' attrazione della materia di A sul fluido di B è eguale all' attrazione del fluido di A sulla materia di B.

Quindi rappresentò con M la massa di A, e con Q la quantità naturale del suo fluido elettrico; e con m la massa di B, e con q la quantità naturale del suo fluido elettrico. Ma essendo le attrazioni come le forze, e queste come i prodotti delle masse per le velocità, vi dee nascere l' equilibrio tra i due corpi A e B per essere i prodotti delle loro masse per le velocità perfettamente eguali. Anche supponendo che la materia di A aumenti, si accrescerà, è vero, l' attrazione che ha verso il fluido elettrico di B, ma accrescendo colla massa la quantità del suo fluido naturale, s' aumenterà del pari l'attrazione per la massa di B. Ma la forza, colla quale si muove il fluido elettrico di A, essendo proporzionale alla massa di B, e quella, colla quale si muove il fluido elettrico di B, essendo proporzionale alla massa di A, si avrà M : m :: Q : q, e moltiplicando gli estremi, e i medii si avranno prodotti eguali, i quali rappresentano le loro quantità di movimento di maniera che la prima, e la terza forza saranno eguali e contrarie, e perciò si distruggeranno, e si equilibreranno. Ma per il riposo elettrico dei due corpi abbisognavagli una quarta forza da opporre alla seconda; e non potendola trovare che nella repulsione mutua delle molecole dei due corpi fu costretto a supporre, che sotto il rapporto elettrico le

molecole de' corpi si respingano a vicenda, e che l' attraimento, che si osserva nella loro scambievole azione, debbasi alla presenza del fluido elettrico, che le avvicina, e le ritiene unite. Confessa però ingenuamente che la prima volta, che si affacciò alla mente questa idea, provò una viva ripugnanza, cui vinse a poco a poco e infervorandosi nella sua conceputa teorica. Pertanto con questa supposta quarta forza, la quale è eguale a ciascuna delle tre forze date, e contraria alla seconda ottenne l' equilibrio delle quattro forze, o il riposo elettrico dei due corpi.

L'espressione analitica di queste quattro forze è la seguente:

1. L' attrazione della materia di A sul fluido elettrico di B è eguale a Mq.

2. La repulsione dei due fluidi elettrici di A e di B è eguale a Qq.

3. L' attrazione del fluido elettrico di A sulla materia di B è eguale a Qm.

4. Infine la repulsione delle molecole della materia di A e di B è eguale a Mm.

Dunque quando i due corpi A e B sono allo stato naturale non esercitano l' uno sull' altro alcuna azione elettrica, perchè si equilibrano compiutamente le quattro forze, essendo la somma delle attrazioni $Mq + Qm$ eguale a quella delle repulsioni $Qq + Mm$.

Trovate le condizioni dell' equilibrio elettrico nei corpi allo stato naturale si fece ad esaminare il caso, in cui il fluido elettrico di A sia aumentato di una certa quantità. Questo accrescimento di fluido elettrico non altera per alcun modo la prima e la quarta forza, perchè non entra in loro come ele-

mento, e solo porta un cangiamento d'azione nella seconda, e nella terza forza. Ma nello stato naturale di A la seconda forza sta alla terza, come il prodotto delle masse dei due fluidi al prodotto del fluido di A per la massa di B: perciò quando si aumenta di una data quantità la massa del fluido di A, essendo fattore comune ai due membri dell'equazione deve necessariamente sussistere l'eguaglianza dei due prodotti. Pertanto la terza forza facendo equilibrio alla seconda conseguo necessariamente che il corpo A elettrizzato in più non esercita alcuna attrazione, o repulsione sul corpo B allo stato naturale. Quindi anche supponendo che il fluido elettrico di A scemi di una certa quantità, essendo la seconda e la terza forza eguali tra loro, l'eguaglianza d'azione tra le quattro forze non viene per ciò alterata. Dunque nella teoria di Epino un corpo elettrizzato in più, o in meno non esercita alcuna azione sopra un corpo qualunque allo stato naturale.

Eppure, obbietterà taluno, un corpo carico d'elettricità positiva, o negativa, attrae sempre, e visibilmente i corpicelli che non sono elettrizzati, e che si trovano nella sfera di sua azione? Al che risponde Epino, che un corpo in presenza di un'altro elettrizzato in più, o in meno è per attuazione od influenza tolto dal suo stato naturale in modochè in virtù del suo nuovo stato elettrico esercitando una sensibile azione sul primo rompesi l'equilibrio tra le quattro forze, e si effettua l'attraimento.

Avvicinando de' corpicelli a un corpo elettrizzato vide che sono gli uni attratti, e gli altri respinti: e dedusse questa opposizione di moti dalla maniera, colla qua-

le si elettrizzano: conciossiachè quelli, che si volgono per punta assorbendo facilmente l'elettricità concepiscono lo stesso stato elettrico, e perciò sono respinti; mentre che gli altri, i quali si elettrizzano per influenza, e per scomposizione del loro fluido naturale, sono invece attratti.

Negò, che i corpi elettrici siano circondati da atmosfere elettriche: e sebbene ammettesse che l'aria elettrizzandosi nel loro contatto fosse veramente la causa di quell'attività, che si osserva estendersi sino a una certa distanza d'intorno a loro; ciò non ostante non credeva, che l'aria avesse molta parte nella produzione dei fenomeni elettrici.

Stabilì per generale principio, che due corpi carichi d'elettricità positiva, o negativa si debbano mutuamente respingere. Disse però che poteva avvenire il caso, in cui nell'avvicinarsi le parti che si risguardano, acquistino per influenza uno stato elettrico opposto capace d'equilibrare, ed anche di superare la forza repulsiva dell'elettricità delle parti più lontane in guisa che i due corpi rimangono immobili l'uno in presenza dell'altro, ovvero si attraggono scambievolmente.

Voleva poi, che avvicinando una punta a un corpo carico d'elettricità positiva, ricevesse sempre, e non desse mai elettricità, comechè sentasi all'accostarvi la mano un soffio, il quale è causato dall'aria che slanciasi verso il corpo elettrizzato nell'istante stesso, in cui scagliasi l'elettricità da questo sulla punta. Voleva anche che una punta attraesse, ed assorbisse con forza l'elettricità, perchè venendo per influenza cacciato il suo fluido naturale dalla punta

volmente montati sopra di cristalli isolatori costituiscono il sistema eccitatore: e sei branche di metallo terminate in cilindri muniti di punte, ed alternatamente disposti coi cuscinetti negli spazj intermedj del disco, formano il sistema collettore. Queste sei branche sono poi sostenute da una zona di metallo, la quale circonda un vaso di vetro in modo che il sistema resta isolato. Ma il Novelluci vedendo che la superficie del sistema collettore era troppo piccola per raccogliere tutta l'elettricità che si sprigionava dal disco, pensò di tramutare il vaso isolatore in una bottiglia di Leyden. Con questo felice concepimento ricondusse in breve spazio l'apparecchio senza punto diminuirne l'azione, o ad essere costretto di ricorrere alla dispendiosa, ed imbarazzante costruzione dei conduttori a bacchette immaginati dal Volta per accumulare forti dosi d'elettricità.

Essendo pertanto i due sistemi confricatore e collettore isolati, e ponendo la macchina in azione si eccita in pari tempo una forte elettricità positiva e negativa in guisa che se si stabilisca « un salto di soli tre pollici, sono parole del Marchese Ridolfi, fra un conduttore terminante in una palla e proveniente dal sistema confricatore, ed una estremità delle branche del corpo collettore, il passaggio della scintilla è quasi continuo, e ciascuna scintilla produce uno scoppio simile alla scarica di un quadro magico completamente caricato, e di un'armatura di circa due piedi quadrati. Ciascuna di queste scariche malamente si sostiene da un' uomo il meno sensibile; accende la polvere da cannone, e la resina; lacera con due fori ben distinti una foglia di stagno, o una carta da

giuoco interposta, ed ossida la sottilissima foglia d' oro, o di platino ridotta in un' angusto nastrino, e tenuta fra due lastre di vetro. Un' uomo isolato che appoggiando il pollice all' estremità del corpo collettore tocchi coll' auricolare il sistema eccitatore, costituendo così colla sua mano un'arco eccitatore sente benissimo il tacito passaggio dell' elettricità, e se un brevissimo intervallo rompe il perfetto circuito, egli prova quegli stessi effetti dolorosi, che risveglia la riunione fatta in tal guisa dei poli di un elettromotore assai gagliardo. Se nel modo stesso dispongasi un conduttore metallico interrotto, e questa interruzione si tolga frapponendo un imperfetto conduttore come l' esca e il carbone, questi corpi tosto si accendono, e bruciano con molta vivacità, sebbene non giungano a sviluppare la luce abbagliante, che svolgono fra i poli voltaici ».

Con questa macchina elettrica si opera anche, siccome si ha nella pila Voltaica, la scomposizione di molti sali: e quando si ricongiungono i due apparecchi eccitatore e collettore col mezzo di un filo metallico piegato in elica, e si pongono tra le sue spire un tubo di vetro con entro un' ago vergine, dopo pochi giri del disco l'ago mostrasi magnetizzato, come se fosse stato posto sotto l' azione della corrente galvanica.

CAPO DECIMO.

Dottrina elettrica di Epino, e principj, sui quali si appoggia. Distinzione dei fenomeni elettrici in due grandi classi; analisi e spiegazione, che ne diede. Difficoltà, che si oppongono alla teoria di un solo fluido, e massime la supposizione che le molecole de' corpi mutuamente si respingono. Il qual paradosso fu pure sostenuto da Cavendish. Infine appresso i principj d' Epino il sig. Mossotti cercò di spiegare la maniera di agire delle forze che reggono l' interna costituzione dei corpi.

Analizzerò brevemente la dottrina elettrica di uno de' più rinomati Fisici d' Alemagna, Francesco Epino, il quale molto contribuì co' suoi ingegnosi scritti ai progressi dell' elettricismo, cui coltivò con tutto l' ardore di un' anima amantissima di gloria. Nacque nel 1724 in Rostock città del Granducato di Mecklenburg-Schwerin, e morì a Dorpt nella Livonia nel 1802. Ciò, che più onora il nome di un sì benemerito Scrittore, è l' opera *tentamen theoriae electricitatis et magnetismi.* In essa spiegò tutta la possanza del suo intelletto, ed abilmente i variati fenomeni elettrici e magnetici ad una precisione matematica ricondusse. Altri seguirono l' esempio dato da lui, dappoichè riconobbero, che la verisimiglianza di una teoria sta appunto in un linguaggio esatto e conforme a quanto ci detta l' esperienza, l' osservazione, e il calcolo.

Fondasi la dottrina elettrica di Epino sopra due principj già stabiliti da Franklin. 1.° Le molecole elettriche si respingono mutuamente le une le altre anche a considerevoli distanze: 2.° sono desse attratte dalla sostanza de' corpi.

Non tutti i corpi si lasciano con eguale facilità penetrare dal fluido elettrico; perchè se gli anelettrici gli offrono nella loro sostanza un libero passaggio, si lasciano in iscambio gli idioelettrici difficilmente attraversare.

Si contiene nella sostanza de' corpi una certa determinata dose di fluido elettrico proporzionata alla loro massa, cui denominò *quantità naturale*: e finchè non viene alterata questa quantità, esistendo l' equilibrio tra la repulsione delle molecole elettriche, e l' attrazione delle molecole de' corpi non vi apparisce alcun indizio d' elettricità; la quale tosto si manifesta in più o in meno, se per una qualsivoglia causa venga una tale quantità aumentata o diminuita.

Un corpo si dice carico d'*elettricità positiva*, quando contiene una dose di elettrico maggiore di quanto gli compete naturalmente: all' incontro si dice carico d' *elettricità negativa*, quando ne ha una dose minore della sua quantità naturale. Usò anche i termini d' elettricità in più, e in meno per denotare questi due stati elettrici opposti.

Epino distinse i fenomeni elettrici in due grandi classi, di cui l' una comprende gli effetti, che la materia elettrica produce nel passare da un corpo in eccesso in un' altro in difetto; e l' altra abbraccia le attrazioni e le repulsioni de' corpi elettrici secondo la specie dell' elettricità, che hanno.

Nello studio dei fenomeni della prima classe esamina primamente il caso di un corpo, il quale non contenga che la sua quantità naturale di fluido elettrico, e gli fa facile il dedurre che l'attrazione, cui la sua propria sostanza esercita sopra una qualsivoglia molecola elettrica, farà equilibrio alla repulsione, che sopra la medesima esercitano le molecole del suo fluido naturale: onde rimarrà immobile in vista dell'eguaglianza d'azione delle due forze attrattiva e repulsiva, non essendovi veruna ragione, per cui debba muoversi piuttosto da una parte, che dall'altra. Ma se vengavi aggiunta una nuova dose di fluido elettrico, allora la forza repulsiva di questo unendosi a quella del fluido naturale supererà la forza attrattiva della sostanza del corpo, e la detta molecola elettrica sarà mossa e respinta. La qual cosa si dee pure intendere per le altre molecole elettriche, le quali allontanandosi successivamente, e portandosi di strato in strato verso la superficie si spandirebbono indefinitamente nello spazio, se un qualche ostacolo non le rattenesse. Da questa breve analisi di ciò, che succede in un corpo elettrizzato in più puossi di leggieri arguire ciò che accadrà in un'altro elettrizzato in meno. Conciossiachè la forza di repulsione del suo poco fluido residuo sopra una molecola elettrica situata presso la superficie essendo minore della forza attrattiva del corpo, verrà attratta verso il centro, ed altre molecole elettriche vi effluiranno dal di fuori all'indentro sino a che abbia acquistato la sua quantità naturale di elettrico. Ma siccome il potere idroelettrico de' corpi si oppone al libero passaggio dell'elettricità; ne ritarderà perciò d'assai l'af-

fluenza e l' effluenza. Locchè si dee tenere a calcolo, acciò le conclusioni teoriche corrispondano esattamente coi risultati sperimentali.

Studiò quindi il caso più complicato di un corpo, in cui la materia elettrica sia sovrabbondante in una parte, e mancante in un' altra: e per maggior semplicità considerando l' azione, che la materia propria del corpo esercita sopra due molecole elettriche poste l' una ad un' estremità, e l' altra all' opposta, riconobbe che per il giuoco delle forze attrattive e repulsive tende l' elettrico a passare dalla parte, ov'è in eccesso nell'altra, in cui è in difetto, in modochè si ristabilisce l' equilibrio lentamente nei corpi coibenti, ed istantaneamente negli analettrici.

Nella disamina dei fenomeni della seconda classe, e per determinare le leggi delle attrazioni e delle repulsioni elettriche, suppose due corpi allo stato naturale, cui chiamò l' uno A e l' altro B, e quattro le forze, che entrano come elementi nella loro azione scambievole.

1. La matteria propria di A attrae il fluido elettrico di B.

2. Il fluido elettrico di A respinge quello di B.

3. Il fluido elettrico di A attira la materia propria di B.

4. La materia propria di A respinge quella di B.

Considerando il fluido elettrico come un essere semplice, le cui molecole si respingano mutuamente, e siano in vece attratte dalla materia stessa de'corpi, riconobbe che le due prime forze sono eguali e contrarie; perchè l' attrazione della materia di A sul fluido di B essendo eguale alla repulsione scambievole dei due fluidi elettrici di A e di B debbono le

medesime a cagione della loro eguaglianza ed opposizione distruggersi, e prodursi così l' equilibrio, o il riposo elettrico. Riconobbe pure che la terza forza è eguale alla prima, perchè l' attrazione della materia di A sul fluido di B è eguale all' attrazione del fluido di A sulla materia di B.

Quindi rappresentò con M la massa di A, e con Q la quantità naturale del suo fluido elettrico; e con m la massa di B, e con q la quantità naturale del suo fluido elettrico. Ma essendo le attrazioni come le forze, e queste come i prodotti delle masse per le velocità, vi dee nascere l' equilibrio tra i due corpi A e B per essere i prodotti delle loro masse per le velocità perfettamente eguali. Anche supponendo che la materia di A aumenti, si accrescerà, è vero, l' attrazione che ha verso il fluido elettrico di B, ma accrescendo colla massa la quantità del suo fluido naturale, s' aumenterà del pari l'attrazione per la massa di B. Ma la forza, colla quale si muove il fluido elettrico di A, essendo proporzionale alla massa di B, e quella, colla quale si muove il fluido elettrico di B, essendo proporzionale alla massa di A, si avrà M : m : : Q : q, e moltiplicando gli estremi, e i medii si avranno prodotti eguali, i quali rappresentano le loro quantità di movimento di maniera che la prima, e la terza forza saranno eguali e contrarie, e perciò si distruggeranno, e si equilibreranno. Ma per il riposo elettrico dei due corpi abbisognavagli una quarta forza da opporre alla seconda; e non potendola trovare che nella repulsione mutua delle molecole dei due corpi fu costretto a supporre, che sotto il rapporto elettrico le

molecole de' corpi si respingano a vicenda, e che l' attraimento, che si osserva nella loro scambievole azione, debbasi alla presenza del fluido elettrico, che le avvicina, e le ritiene unite. Confessa però ingenuamente che la prima volta, che si affacciò alla mente questa idea, provò una viva ripugnanza, cui vinse a poco a poco e infervorandosi nella sua conceputa teorica. Pertanto con questa supposta quarta forza, la quale è eguale a ciascuna delle tre forze date, e contraria alla seconda ottenne l' equilibrio delle quattro forze, o il riposo elettrico dei due corpi.

L'espressione analitica di queste quattro forze è la seguente:

1. L' attrazione della materia di A sul fluido elettrico di B è eguale a Mq.

2. La repulsione dei due fluidi elettrici di A e di B è eguale a Qq.

3. L' attrazione del fluido elettrico di A sulla materia di B è eguale a Qm.

4. Infine la repulsione delle molecole della materia di A e di B è eguale a Mm.

Dunque quando i due corpi A e B sono allo stato naturale non esercitano l' uno sull' altro alcuna azione elettrica, perchè si equilibrano compiutamente le quattro forze, essendo la somma delle attrazioni $Mq + Qm$ eguale a quella delle repulsioni $Qq + Mm$.

Trovate le condizioni dell' equilibrio elettrico nei corpi allo stato naturale si fece ad esaminare il caso, in cui il fluido elettrico di A sia aumentato di una certa quantità. Questo accrescimento di fluido elettrico non altera per alcun modo la prima e la quarta forza, perchè non entra in loro come ele-

mento, e solo porta un cangiamento d'azione nella seconda, e nella terza forza. Ma nello stato naturale di A la seconda forza sta alla terza, come il prodotto delle masse dei due fluidi al prodotto del fluido di A per la massa di B: perciò quando si aumenta di una data quantità la massa del fluido di A, essendo fattore comune ai due membri dell'equazione dee necessariamente sussistere l'eguaglianza dei due prodotti. Pertanto la terza forza facendo equilibrio alla seconda consegue necessariamente che il corpo A elettrizzato in più non esercita alcuna attrazione, o repulsione sul corpo B allo stato naturale. Quindi anche supponendo che il fluido elettrico di A scemi di una certa quantità, essendo la seconda e la terza forza eguali tra loro, l'eguaglianza d'azione tra le quattro forze non viene per ciò alterata. Dunque nella teoria di Epino un corpo elettrizzato in più, o in meno non esercita alcuna azione sopra un corpo qualunque allo stato naturale.

Eppure, obbietterà taluno, un corpo carico d'elettricità positiva, o negativa, attrae sempre, e visibilmente i corpicelli che non sono elettrizzati, e che si trovano nella sfera di sua azione? Al che risponde Epino, che un corpo in presenza di un'altro elettrizzato in più, o in meno è per attuazione od influenza tolto dal suo stato naturale in modochè in virtù del suo nuovo stato elettrico esercitando una sensibile azione sul primo rompesi l'equilibrio tra le quattro forze, e si effettua l'attraimento.

Avvicinando de'corpicelli a un corpo elettrizzato vide che sono gli uni attratti, e gli altri respinti: e dedusse questa opposizione di moti dalla maniera, colla qua-

le si elettrizzano: conciossiachè quelli, che si volgono per punta assorbendo facilmente l'elettricità concepiscono lo stesso stato elettrico, e perciò sono respinti; mentre che gli altri, i quali si elettrizzano per influenza, e per scomposizione del loro fluido naturale, sono invece attratti.

Negò, che i corpi elettrici siano circondati da atmosfere elettriche: e sebbene ammettesse che l'aria elettrizzandosi nel loro contatto fosse veramente la causa di quell'attività, che si osserva estendersi sino a una certa distanza d'intorno a loro; ciò non ostante non credeva, che l'aria avesse molta parte nella produzione dei fenomeni elettrici.

Stabilì per generale principio, che due corpi carichi d'elettricità positiva, o negativa si debbano mutuamente respingere. Disse però che poteva avvenire il caso, in cui nell'avvicinarsi le parti che si risguardano, acquistino per influenza uno stato elettrico opposto capace d'equilibrare, ed anche di superare la forza repulsiva dell'elettricità delle parti più lontane in guisa che i due corpi rimangono immobili l'uno in presenza dell'altro, ovvero si attraggono scambievolmente.

Voleva poi, che avvicinando una punta a un corpo carico d'elettricità positiva, ricevesse sempre, e non desse mai elettricità, comechè sentasi all'accostarvi la mano un soffio, il quale è causato dall'aria che slanciasi verso il corpo elettrizzato nell'istante stesso, in cui scagliasi l'elettricità da questo sulla punta. Voleva anche che una punta attraesse, ed assorbisse con forza l'elettricità, perchè venendo per influenza cacciato il suo fluido naturale dalla punta

verso la base offre un libero passaggio all' elettricità, che vi entra. Ma se a questa punta, se ne accosti un' altra, allora l' elettricità negativa della prima agisce per influenza sul fluido naturale della seconda, ed equilibra in parte la repulsione del corpo elettrizzato Se poi molte sieno le punte riunite insieme le loro mutue attrazioni opponendosi in parte alla forza repulsiva del corpo elettrizzato offrono un'ostacolo al passaggio della materia elettrica. Ecco in quale semplicissima maniera il celebre professore di Pietroburgo si rendette ragione, per cui un corpo acuto attira da lungi l' elettricità con una forza maggiore, che nol faccia un corpo mozzo.

Infine la carica della boccia di Leyden, la scossa, e gli effetti, che ne dipendono, furono da lui con diligenza studiate, e convenevolmente spiegate. La carica secondo l' opinione di Franklin ha luogo interamente sulle superficie del vetro, elettrizzandosi l' una in più, e l' altra in meno; e le armature non inservono ad altro che a distribuire l' elettricità sui diversi punti del vetro. Epino invece credeva, che l' elettricità si accumuli sulle armature, sovra cui viene rattenuta in virtù della coibenza del vetro, e dell' aria. Così quando si pone l' armatura interna della boccia in comunicazione col conduttore della macchina elettrica in azione, l' elettricità passa da questo sovra di lei, e non potendo spandersi al di fuori per la coibenza del vetro e dell' aria dee necessariamente rimanere sopra l' armatura, ove per la sottigliezza delle pareti del vetro agisce sul fluido naturale dell' armatura, e scacciandolo la elettrizza in meno. Ma l' elettricità negativa della lamina esterna

reagisce sull' elettricità positiva della lamina interna in guisa che per questo mutuo attraimento viene rattenuta, ed accumulata una porzione d' elettricità maggiore di quella, che sarebbe necessaria per vincere la coibenza dell' aria: onde la carica risulta tanto più intensa, quanto più sottili sono le pareti della bottiglia; perchè l' elettrico accumulato sulla lamina interna agisce per la minore distanza con grande energia sul fluido naturale della lamina esterna, e lo respinge nei vicini corpi. Caricata pertanto la bottiglia, se col mezzo di un arco eccitatore si facciano le due armature comunicare tra loro, e si lasci una piccola interruzione tra l' arco metallico, ed una di esse scoppia scintillando l' elettricità; e se una o più persone facciano col loro corpo l'arco conduttore, provano una scossa più, o meno forte secondo l' intensità della carica.

Dal sin qui detto chi non vede essere ingegnosissima la maniera, colla quale Epino spiega gli elettrici effetti? Imperciocchè applicando con molta maestria il calcolo alla franklíniana teoria, e collegando insieme le esservazioni elettriche preparò co' suoi lavori una novella carriera, in cui entratovi il francese Coulomb vi ha felicemente fatto utilissime scoperte. Con tutto ciò parecchie sono le difficoltà, che offuscano in parte le bellezze, e la semplicità della teorica di un solo fluido. Franklin, che primo la propose, non previde la strana conseguenza a cui l' avrebbe condotto, se l' avesse sottoposta ad una rigorosa analisi. Se ne accorse Epino, allorchè analizzando accuratamente le forze necessarie per l' equilibrio elettrico fu costretto di supporre, che le mole-

volmente montati sopra di cristalli isolatori costituiscono il sistema eccitatore: e sei branche di metallo terminate in cilindri muniti di punte, ed alternatamente disposti coi cuscinetti negli spazj intermedj del disco, formano il sistema collettore. Queste sei branche sono poi sostenute da una zona di metallo, la quale circonda un vaso di vetro in modo che il sistema resta isolato. Ma il Novelluci vedendo che la superficie del sistema collettore era troppo piccola per raccogliere tutta l'elettricità che si sprigionava dal disco, pensò di tramutare il vaso isolatore in una bottiglia di Leyden. Con questo felice concepimento ricondusse in breve spazio l'apparecchio senza punto diminuirne l'azione, o ad essere costretto di ricorrere alla dispendiosa, ed imbarazzante costruzione dei conduttori a bacchette immaginati dal Volta per accumulare forti dosi d'elettricità.

Essendo pertanto i due sistemi confricatore e collettore isolati, e ponendo la macchina in azione si eccita in pari tempo una forte elettricità positiva e negativa in guisa che se si stabilisca « un salto di soli tre pollici, sono parole del Marchese Ridolfi, fra un conduttore terminante in una palla e proveniente dal sistema confricatore, ed una estremità delle branche del corpo collettore, il passaggio della scintilla è quasi continuo, e ciascuna scintilla produce uno scoppio simile alla scarica di un quadro magico completamente caricato, e di un'armatura di circa due piedi quadrati. Ciascuna di queste scariche malamente si sostiene da un' uomo il meno sensibile; accende la polvere da cannone, e la resina; lacera con due fori ben distinti una foglia di stagno, o una carta da

giuoco interposta, ed ossida la sottilissima foglia d' oro, o di platino ridotta in un' angusto nastrino, e tenuta fra due lastre di vetro. Un' uomo isolato che appoggiando il pollice all' estremità del corpo collettore tocchi coll' auricolare il sistema eccitatore, costituendo così colla sua mano un'arco eccitatore sente benissimo il tacito passaggio dell' elettricità, e se un brevissimo intervallo rompe il perfetto circuito, egli prova quegli stessi effetti dolorosi, che risveglia la riunione fatta in tal guisa dei poli di un elettromotore assai gagliardo. Se nel modo stesso dispongasi un conduttore metallico interrotto, e questa interruzione si tolga frapponendo un imperfetto conduttore come l' esca e il carbone, questi corpi tosto si accendono, e bruciano con molta vivacità, sebbene non giungano a sviluppare la luce abbagliante, che svolgono fra i poli voltaici ».

Con questa macchina elettrica si opera anche, siccome si ha nella pila Voltaica, la scomposizione di molti sali: e quando si ricongiungono i due apparecchi eccitatore e collettore col mezzo di un filo metallico piegato in elica, e si pongono tra le sue spire un tubo di vetro con entro un' ago vergine, dopo pochi giri del disco l'ago mostrasi magnetizzato, come se fosse stato posto sotto l' azione della corrente galvanica.

Nello studio dei fenomeni della prima classe esaminò primamente il caso di un corpo, il quale non contenga che la sua quantità naturale di fluido elettrico, e gli fu facile il dedurre che l'attrazione, cui la sua propria sostanza esercita sopra una qualsivoglia molecola elettrica, farà equilibrio alla repulsione, che sopra la medesima esercitano le molecole del suo fluido naturale; onde rimarrà immobile in virtù dell'eguaglianza d'azione delle due forze attrativa e repulsiva, non essendovi veruna ragione, per cui debba muoversi piuttosto da una parte, che dall'altra. Ma se vengavi aggiunta una nuova dose di fluido elettrico, allora la forza repulsiva di questo unendosi a quella del fluido naturale supererà la forza attrattiva della sostanza del corpo, e la detta molecola elettrica sarà mossa e respinta. La qual cosa si dee pure intendere per le altre molecole elettriche, le quali allontanandosi successivamente, e portandosi di strato in strato verso la superficie si spanderebbono indefinitamente nello spazio, se un qualche ostacolo non le rattenesse. Da questa breve analisi di ciò, che succede in un corpo elettrizzato in più puossi di leggieri arguire ciò che accadrà in un'altro elettrizzato in meno. Conciossiachè la forza di repulsione del suo poco fluido residuo sopra una molecola elettrica situata presso la superficie essendo minore della forza attrattiva del corpo, verrà attratta verso il centro, ed altre molecole elettriche vi effluiranno dal di fuori all'indentro sino a che abbia acquistato la sua quantità naturale di elettrico. Ma siccome il potere idioelettrico de' corpi si oppone al libero passaggio dell'elettricità; ne ritarderà perciò d'assai l'af-

Fondasi la dottrina elettrica di Epino sopra due principj già stabiliti da Franklin. 1.° Le molecole elettriche si respingono mutuamente le une le altre anche a considerevoli distanze: 2.° sono desse attratte dalla sostanza de' corpi.

Non tutti i corpi si lasciano con eguale facilità penetrare dal fluido elettrico; perchè se gli anelettrici gli offrono nella loro sostanza un libero passaggio, si lasciano in iscambio gli idioelettrici difficilmente attraversare.

Si contiene nella sostanza de' corpi una certa determinata dose di fluido elettrico proporzionata alla loro massa, cui denominò *quantità naturale*: e finchè non viene alterata questa quantità, esistendo l' equilibrio tra la repulsione delle molecole elettriche, e l' attrazione delle molecole de' corpi non vi apparisce alcun indizio d' elettricità; la quale tosto si manifesta in più o in meno, se per una qualsivoglia causa venga una tale quantità aumentata o diminuita.

Un corpo si dice carico d'*elettricità positiva*, quando contiene una dose di elettrico maggiore di quanto gli compete naturalmente: all' incontro si dice carico d' *elettricità negativa*, quando ne ha una dose minore della sua quantità naturale. Usò anche i termini d' elettricità in più, e in meno per denotare questi due stati elettrici opposti.

Epino distinse i fenomeni elettrici in due grandi classi, di cui l' una comprende gli effetti, che la materia elettrica produce nel passare da un corpo in eccesso in un' altro in difetto; e l' altra abbraccia le attrazioni e le repulsioni de' corpi elettrici secondo la specie dell' elettricità, che hanno.

medesime a cagione della loro eguaglianza ed opposizione distruggersi, e prodursi così l' equilibrio, o il riposo elettrico. Riconobbe pure che la terza forza è eguale alla prima, perchè l' attrazione della materia di A sul fluido di B è eguale all' attrazione del fluido di A sulla materia di B.

Quindi rappresentò con M la massa di A, e con Q la quantità naturale del suo fluido elettrico; e con m la massa di B, e con q la quantità naturale del suo fluido elettrico. Ma essendo le attrazioni come le forze, e queste come i prodotti delle masse per le velocità, vi dee nascere l' equilibrio tra i due corpi A e B per essere i prodotti delle loro masse per le velocità perfettamente eguali. Anche supponendo che la materia di A aumenti, si accrescerà, è vero, l' attrazione che ha verso il fluido elettrico di B, ma accrescendo colla massa la quantità del suo fluido naturale, s' aumenterà del pari l'attrazione per la massa di B. Ma la forza, colla quale si muove il fluido elettrico di A, essendo proporzionale alla massa di B, e quella, colla quale si muove il fluido elettrico di B, essendo proporzionale alla massa di A, si avrà M : m : : Q : q, e moltiplicando gli estremi, e i medii si avranno prodotti eguali, i quali rappresentano le loro quantità di movimento di maniera che la prima, e la terza forza saranno eguali e contrarie, e perciò si distruggeranno, e si equilibreranno. Ma per il riposo elettrico dei due corpi abbisognavagli una quarta forza da opporre alla seconda; e non potendola trovare che nella repulsione mutua delle molecole dei due corpi fu costretto a supporre, che sotto il rapporto elettrico le

molecole de' corpi si respingano a vicenda, e che l' attraimento, che si osserva nella loro scambievole azione, debbasi alla presenza del fluido elettrico, che le avvicina, e le ritiene unite. Confessa però ingenuamente che la prima volta, che si affacciò alla mente questa idea, provò una viva ripugnanza, cui vinse a poco a poco e infervorandosi nella sua conceputa teorica. Pertanto con questa supposta quarta forza, la quale è eguale a ciascuna delle tre forze date, e contraria alla seconda ottenne l' equilibrio delle quattro forze, o il riposo elettrico dei due corpi.

L'espressione analitica di queste quattro forze è la seguente:

1. L' attrazione della materia di A sul fluido elettrico di B è eguale a Mq.

2. La repulsione dei due fluidi elettrici di A e di B è eguale a Qq.

3. L' attrazione del fluido elettrico di A sulla materia di B è eguale a Qm.

4. Infine la repulsione delle molecole della materia di A e di B è eguale a Mm.

Dunque quando i due corpi A e B sono allo stato naturale non esercitano l' uno sull' altro alcuna azione elettrica, perchè si equilibrano compiutamente le quattro forze, essendo la somma delle attrazioni $Mq + Qm$ eguale a quella delle repulsioni $Qq + Mm$.

Trovate le condizioni dell' equilibrio elettrico nei corpi allo stato naturale si fece ad esaminare il caso, in cui il fluido elettrico di A sia aumentato di una certa quantità. Questo accrescimento di fluido elettrico non altera per alcun modo la prima e la quarta forza, perchè non entra in loro come ele-

mento, e solo porta un cangiamento d'azione nella seconda, e nella terza forza. Ma nello stato naturale di A la seconda forza sta alla terza, come il prodotto delle masse dei due fluidi al prodotto del fluido di A per la massa di B: perciò quando si aumenta di una data quantità la massa del fluido di A, essendo fattore comune ai due membri dell'equazione dee necessariamente sussistere l'eguaglianza dei due prodotti. Pertanto la terza forza facendo equilibrio alla seconda consegue necessariamente che il corpo A elettrizzato in più non esercita alcuna attrazione, o repulsione sul corpo B allo stato naturale. Quindi anche supponendo che il fluido elettrico di A scemi di una certa quantità, essendo la seconda e la terza forza eguali tra loro, l'eguaglianza d'azione tra le quattro forze non viene per ciò alterata. Dunque nella teoria di Epino un corpo elettrizzato in più, o in meno non esercita alcuna azione sopra un corpo qualunque allo stato naturale.

Eppure, obbietterà taluno, un corpo carico d'elettricità positiva, o negativa, attrae sempre, e visibilmente i corpicelli che non sono elettrizzati, e che si trovano nella sfera di sua azione? Al che risponde Epino, che un corpo in presenza di un'altro elettrizzato in più, o in meno è per attuazione od influenza tolto dal suo stato naturale in modochè in virtù del suo nuovo stato elettrico esercitando una sensibile azione sul primo rompesi l'equilibrio tra le quattro forze, e si effettua l'attraimento.

Avvicinando de'corpicelli a un corpo elettrizzato vide che sono gli uni attratti, e gli altri respinti: e dedusse questa opposizione di moti dalla maniera, colla qua-

le si elettrizzano: conciossiachè quelli, che si volgono per punta assorbendo facilmente l'elettricità concepiscono lo stesso stato elettrico, e perciò sono respinti; mentre che gli altri, i quali si elettrizzano per influenza, e per scomposizione del loro fluido naturale, sono invece attratti.

Negò, che i corpi elettrici siano circondati da atmosfere elettriche: e sebbene ammettesse che l'aria elettrizzandosi nel loro contatto fosse veramente la causa di quell'attività, che si osserva estendersi sino a una certa distanza d'intorno a loro; ciò non ostante non credeva, che l'aria avesse molta parte nella produzione dei fenomeni elettrici.

Stabilì per generale principio, che due corpi carichi d'elettricità positiva, o negativa si debbano mutuamente respingere. Disse però che poteva avvenire il caso, in cui nell'avvicinarsi le parti che si risguardano, acquistino per influenza uno stato elettrico opposto capace d'equilibrare, ed anche di superare la forza repulsiva dell'elettricità delle parti più lontane in guisa che i due corpi rimangono immobili l'uno in presenza dell'altro, ovvero si attraggono scambievolmente.

Voleva poi, che avvicinando una punta a un corpo carico d'elettricità positiva, ricevesse sempre, e non desse mai elettricità, comechè sentasi all'accostarvi la mano un soffio, il quale è causato dall'aria che slanciasi verso il corpo elettrizzato nell'istante stesso, in cui scagliasi l'elettricità da questo sulla punta. Voleva anche che una punta attraesse, ed assorbisse con forza l'elettricità, perchè venendo per influenza cacciato il suo fluido naturale dalla punta

verso la base offre un libero passaggio all' elettricità, che vi entra. Ma se a questa punta, se ne accosti un' altra, allora l' elettricità negativa della prima agisce per influenza sul fluido naturale della seconda, ed equilibra in parte la repulsione del corpo elettrizzato. Se poi molte sieno le punte riunite insieme le loro mutue attrazioni opponendosi in parte alla forza repulsiva del corpo elettrizzato offrono un'ostacolo al passaggio della materia elettrica. Ecco in quale semplicissima maniera il celebre professore di Pietroburgo si rendette ragione, per cui un corpo acuto attira da lungi l' elettricità con una forza maggiore, che nol faccia un corpo mozzo.

Infine la carica della boccia di Leyden, la scossa, e gli effetti, che ne dipendono, furono da lui con diligenza studiate, e convenevolmente spiegate. La carica secondo l' opinione di Franklin ha luogo interamente sulle superficie del vetro, elettrizzandosi l' una in più, e l' altra in meno; e le armature non inservono ad altro che a distribuire l' elettricità sui diversi punti del vetro. Epino invece credeva, che l' elettricità si accumuli sulle armature, sovra cui viene rattenuta in virtù della coibenza del vetro, e dell' aria. Così quando si pone l' armatura interna della boccia in comunicazione col conduttore della macchina elettrica in azione, l' elettricità passa da questo sovra di lei, e non potendo spandersi al di fuori per la coibenza del vetro e dell' aria dee necessariamente rimanere sopra l' armatura, ove per la sottigliezza delle pareti del vetro agisce sul fluido naturale dell' armatura, e scacciandolo la elettrizza in meno. Ma l' elettricità negativa della lamina esterna

reagisce sull' elettricità positiva della lamina interna in guisa che per questo mutuo attraimento viene rattenuta, ed accumulata una porzione d' elettricità maggiore di quella, che sarebbe necessaria per vincere la coibenza dell' aria: onde la carica risulta tanto più intensa, quanto più sottili sono le pareti della bottiglia; perchè l' elettrico accumulato sulla lamina interna agisce per la minore distanza con grande energia sul fluido naturale della lamina esterna, e lo respinge nei vicini corpi. Caricata pertanto la bottiglia, se col mezzo di un arco eccitatore si facciano le due armature comunicare tra loro, e si lasci una piccola interruzione tra l' arco metallico, ed una di esse scoppia scintillando l' elettricità; e se una o più persone facciano col loro corpo l'arco conduttore, provano una scossa più, o meno forte secondo l' intensità della carica.

Dal sin qui detto chi non vede essere ingegnosissima la maniera, colla quale Epino spiega gli elettrici effetti? Imperciocchè applicando con molta maestria il calcolo alla franklíniana teoria, e collegando insieme le esservazioni elettriche preparò co' suoi lavori una novella carriera, in cui entratovi il francese Coulomb vi ha felicemente fatto utilissime scoperte. Con tutto ciò parecchie sono le difficoltà, che offuscano in parte le bellezze, e la semplicità della teorica di un solo fluido. Franklin, che primo la propose, non previde la strana conseguenza a cui l' avrebbe condotto, se l' avesse sottoposta ad una rigorosa analisi. Se ne accorse Epino, allorchè analizzando accuratamente le forze necessarie per l' equilibrio elettrico fu costretto di supporre, che le mole-

cole de'corpi si respingono le une le altre. A questa conclusione fu parimente condotto l'inglese Fisico Cavendish, il quale in un'ipotesi sulla natura dell'elettricità, che pubblicò nelle transazioni anglicane per l'anno 1771, fece entrare la repulsione delle molecole de'corpi, come una condizione necessaria per l'equilibrio elettrico. Ma di questa repulsione pare non si abbia esempio in natura, nè traccia alcuna nei movimenti de'corpi celesti. Inoltre come mai si spiegherà l'attrazione delle molecole elettriche per la sostanza de'corpi, se l'elettricità, siccome fu da Coulomb dimostro, si distribuisce tutta sulla superficie indipendentemente dalla loro natura? Come mai l'elettricità negativa, che è uno spogliamento, o privazione di elettrico, si spanderà siccome un fluido reale, sulla superficie de'corpi conformemente alle leggi idrostatiche, e nel rapporto inverso del quadrato delle distanze? Come infine si spiegherà nel sistema di un solo fluido i diversi stati elettrici positivo e negativo, o di niuna elettricità di una piccola sfera a differenti distanze da un'altra più grossa, e carica d'elettricità omonima?

Comechè forti sieno le obbiezioni fatte contro ai principj del celebre Fisico di Pietroburgo, fuvvi chi li ha con ogni studio illustrati. Il Dottore Roget in un riassunto delle opinioni di Epino cercò di far vedere, che la supposizione Epiniana non si opponeva all'universale legge della gravitazione trovata da Newton, perchè tanto i fenomeni elettrici, quanto quelli della gravitazione si possono dedurre dall'elettricità, ed andar perciò soggette alle medesime leggi.

Ottaviano Fabrizio Mossoti professore di Fisica

nell'Università di Buenos-Aires appena mise piede nel suo ritorno d'America in Italia, che diede una bella pruova de' suoi talenti in una memoria che pubblicò *sulle forze che regolano la costituzione interna de' corpi*, e che dedicò al chiarissimo astronomo cavaliere Gioanni Plana onore e lume delle fisiche discipline in Piemonte. Epino nella sua teoria matematica dell'ipotesi di Franklin vi aveva fatto concorrere per l'equilibrio dei fluidi elettrici di due corpi quattro forze, due di attrazione tra le molecole di ciaschedun corpo con quelle del fluido elettrico dell'altro, e due di repulsione l'una tra le molecole dei corpi, e l'altra tra quelle dei loro rispettivi fluidi. Tutte queste forze agiscono nella ragione inversa del quadrato delle distanze: ma essendo l'azione dell'elettricità un poco maggiore di quella della materia, ne avviene che nelle condizioni d'equilibrio delle molecole de' corpi, e dell'etere indefinito e continuo, entro cui si trovano, vi debba essere una distanza massima, in cui le molecole si attraggono, siccome si ha una manifesta pruova negli effetti della gravitazione; una distanza minima, in cui la forza repulsiva elettrica prevale; e una distanza media, in cui le molecole de' corpi essendo nè attratte, nè respinte si costituiscono in uno stato d'equilibrio; ed è forse in quest'ultima distanza, che elleno si trovano nella composizione de' corpi. Il professore Mossoti pertanto avendo fatta un' accurata analisi delle forze attrattive e repulsive trovò che nelle molecole elettriche la densità dell'atmosfera, che le involge, decresce secondo una funzione della distanza che contiene un fattore esponenziale. Ma

siccome l' equazione differenziale lineare, che determina la densità, è soddisfatta dalla somma di tali funzioni corrispondenti alle molecole; perciò le atmosfere di queste possono l' una all'altra sovrapporsi, e penetrarsi senza che si alteri l' equilibrio dell' etere. Quindi riconobbe che l' azione reciproca di due molecole circondate dalle loro rispettive atmosfere è indipendente dalla presenza delle altre, e perciò gode dei caratteri dell' azione molecolare in guisa che essendo da prima repulsiva, ed essendo pure espressa da una funzione contenente un fattore esponenziale decresce rapidissimamente sino a diventar nulla ad una piccola distanza, ove ha luogo la coesione: ma ad una distanza sensibile si manifesta l'attrazione, la quale decresce nella ragione inversa del quadrato delle distanze, e nella diretta del prodotto delle loro masse. Il valente geometra partendo dalle tre equazioni volute per l' equilibrio dell' etere, e dalle tre per l' equilibrio di una molecola, ed abilmente usando alcune proprietà degl' integrali definiti, e alcune permutazioni di coordinate e dei differenziali dedusse dalle prime un'equazione, la quale dà la densità dell' etere considerato come un fluido elastico espressa dalla somma di più funzioni, che sono altrettanti integrali tripliati, e dalle seconde derivò la formola per l' azione reciproca di due molecole sferiche, e quindi con essa dimostrò le altre proposizioni sovra menzionate. Queste analitiche ricerche sull' azione delle forze, che reggono l' interna costituzione de' corpi, spargono una nuova luce sull' azione molecolare, e noi facciamo plauso ai tentativi del sig. Mossotti; perchè lo sco-

primento delle leggi dell' azione molecolare ci può far conoscere il principio della *meccanica molecolare*, come la scoperta delle leggi dell' attrazione universale ci condusse a quello della *meccanica celeste*.

CAPO UNDECIMO.

Mirabili sono le scoperte di Coulomb nell' elettricità, cui pubblicò in sei applaudite memorie. Nella prima scoperse la legge della repulsione elettrica; nella seconda quella dell' elettrica attrazione; nella terza investigò la maniera, colla quale disperdesi sopra un conduttore l' elettricità e pel contatto dell' aria, e lungo i sostegni coibenti; e nella quarta, quinta e sesta memoria cercò le leggi, dietro le quali l' elettrico si distribuisce sopra i corpi conduttori isolati. Poisson diede la teoria matematica dell' elettricità statica, e scoperse che i risultamenti della più sublime analisi coincidono perfettamente con quelli, che avea ottenuti Coulomb col mezzo dell' esperienza.

Coulomb, che co' suoi immortali scritti, e scoperte ebbe tanta parte ai veri progressi dell'elettricismo, fu uno di que' rari uomini, che il cielo manda di tempo in tempo sulla terra ad illustramento delle scienze, ed a vantaggio della società. Matematico profondo, osservatore sagace, e sperimentatore abilissimo ridusse ad una grande precisione, a giusto calcolo e misura gli elettrici fenomeni. Ma pri-

machè ci inoltriamo ad esaminare quanto ei fece, e scoperse nell' elettricismo, sarà bene che a maggior rischiarimento di ciò che debbo raccontare, io parli di una sua pregevole memoria letta alla R. Accademia delle scienze di Parigi nel 1784 sull' elasticità dei fili metallici, e sulla maniera di determinarla. Dopo d' avere sperimentalmente riconosciuto, che i fili metallici, allorchè sono torti, tendono a ritornare alla loro primitiva posizione immaginò, e costrusse la sua bilancia di torzione, che consiste in un filo metallico verticale attaccato superiormente a un punto fisso, e portando in basso un' ago orizzontale, il quale se viene rimosso dalla sua posizione d' equilibrio tende in virtù dell' elasticità del filo a ricondurvisi con un seguito d' oscillazioni, la cui durata si può con rigore determinare. Dopo molte e ripetute sperienze riconobbe:

1. Che le oscillazioni dell' ago sono sensibilmente isocrone.

2. Che la loro durata è come il peso che tende il filo.

3. Che i tempi delle oscillazioni pei medesimi fili tesi da un' egual peso sono come la radice quadrata della loro lunghezza.

4. Che infine la forza di torzione è proporzionale all' angolo di torzione dei fili, e per conseguenza nei fili della stessa natura e lunghezza è come il quadrato del loro peso.

Questa bilancia di torzione, di cui Coulomb si era servito per la misura di piccole forze che altrimenti non avrebbe potuto determinare, usata di poi per misurare le forze elettriche prese il nome bilancia elettrica, colla quale pervenne a scoprire le

leggi dell' azione dell' elettricità ne' corpi. Il filo d' argento della sua bilancia aveva la lunghezza di 28 pollici; ed era sì fino, che la lunghezza di un piede non pesava che un sedicesimo di un grano; e la forza, che vi volea per torcerlo di una intera circonferenza, eguagliava appena il peso di un trecentoquarantesimo di un grano. Il risultamento pertanto delle sue molte osservazioni ed esperienze elettriche leggesi consegnato in sei belle memorie pubblicate fra quelle dell' accademia delle scienze per gli anni 1785-86.

Nella prima memoria cercò la legge, dietro cui i corpi carichi della stessa specie d' elettricità si respingono. A tale effetto elettrizzò la testa di uno spilletto fissato ad un bastoncino di ceralacca, e con essa toccando le due pallottoline della sua bilancia elettrica vide che la pallottolina mobile, ed annessa all' estremità dell' ago si scostava di 36 gradi dall' altra fissata all' apparecchio. Allora fece girare in senso contrario all' azione dell' elettricità l' indice del micrometro sino a 126 gradi; e la pallottolina dell' ago si avvicinò di 18 gradi alla fissa. Quindi proseguendo a far girare l' indice del micrometro sino a 567 gradi, la stessa pallottolina si approssimò a gradi 8 1/2. Ma le forze elettriche, che fanno torcere il filo, stando tra loro come gli angoli di torcimento, ed essendo il primo angolo di 36 gradi, il secondo di 126 più 18, ossia 144, e il terzo di 567 più 8 1/2, ovvero 575, è chiaro, che il secondo angolo è quadruplo del primo, e il terzo quadruplo del secondo. Pertanto essendo le distanze delle pallottoline di gradi 36, 18, 8 1/2 cioè 1, 1/2, 1/4, e le tor-

zioni corrispondenti come i numeri 1, 4, 16, consegue che le forze repulsive dell' elettricità delle due pallottoline stanno tra loro nella ragione inversa del quadrato delle distanze.

Queste sperienze furono da Coulomb variate di differenti maniere, e sempre con eguale successo. Osserva però che sebbene in un tempo secco e sereno si possa trascurare la piccola perdita di elettricità, che ha luogo nei due minuti impiegati per fare l'esperienza, si dee però tenerne calcolo, allorchè si opera in un'aria umida, affinchè i risultati sperimentali riescano conformi alla sovra stabilita legge.

Scoperta la legge, colla quale due corpi carichi della stessa specie d'elettricità si respingono, investigò nella seconda memoria con quale legge si attraggono, allorchè sono carichi di elettricità diverse.

Avea in queste sperienze da prima impiegato la bilancia di torzione; ma vedendo, che i due globetti contrariamente elettrizzati a misura, che diminuiva la loro distanza, si attraevano con una forza maggiore di quella, con cui torceva il filo, pensò di fare al suo apparecchio un' importante modificazione, col sostituire al filo metallico un' esilissimo filo di seta qual' esce dal bozzolo e della lunghezza di 7, o 8 pollici, a cui appese un sottil ago di ceralacca lungo 15, o 16 linee, e terminato da un leggerissimo cerchiettino di canutiglia. La mobilità del filo di suspensione è tale che una forza eguale a un cento ventimillesimo di grano basta per far descrivere all' ago l' intera circonferenza. Elettrizzando pertanto il cerchiettino, ed avvicinandolo a un globo di legno coperto di una foglia di stagno del diame-

tro di un piede, ed isolato sopra tre sottili cilindretti di goma lacca e carico d'elettricità opposta lo vide attratto; e in quella guisa che si determina la forza di gravità de' corpi dal numero delle ossillazioni, cui fa un pendulo in un minuto secondo, così potè dal numero delle ossillazioni dell' ago determinare la legge delle attrazioni elettriche alle diverse distanze; la quale è, come per le forze repulsive, nella ragione composta della densità del fluido elettrico, e nell' inversa del quadrato delle distanze.

Questa legge scoperta da Coulomb è tanto più preziosa, ed ammirabile in quanto che è analoga a quella dell' attrazione newtoniana, con cui maravigliosamente si spiegano i più grandi fenomeni della natura, e l' armonia bellissima dell' universo.

Determinò nella terza memoria la legge, colla quale sperdesi l' elettricità in un determinato spazio di tempo da un corpo conduttore isolato e per il contatto dell'aria, e lungo i sostegni idioelettrici.

Siccome non si dà corpo assolutamente impenetrabile all' elettricità, massime quando la è portata a un forte grado d' intensità, i vapori aquei, che più o meno ingombrano l' aria atmosferica, raffreddandosi in contatto de'sostegni isolatori si depositano sulla loro superficie, e formano così un leggier strato d' umidità cooperando alla dispersione dell' elettricità con una maggiore, o minore prontezza secondo le diverse circostanze. Laonde anche le molecole dell' aria in contatto col corpo elettrizzato si caricano della stessa elettricità, e vengono perciò respinte lasciando luogo ad altre molecole, le quali si elettrizzano del pari, e ne sono tostamente cac-

ciate; e in questi successivi rinovellamenti di strati d' aria si effettua uno spogliamento più, o meno celere secondo il vario suo stato igrometrico.

Per determinare poi la legge, secondo la quale si dissipa l' elettricità pel contatto dell' aria, restrinse d' assai la superficie del corpo elettrizzato, e del sostegno isolatore in guisa che lo sperdimento dell' elettricità fosse interamente dovuto al contatto dell' aria. A tale effetto attaccò a un bastoncino di ceralacca lungo 20 linee e dello spessore di una mezza linea una pallottolina di midollo di sambuco del diametro di cinque linee, e l' introdusse per l' apertura del coperchio della cassa della bilancia elettrica; e fissatala all' apparecchio la elettrizzò col mezzo di uno spilletto a grossa testa isolato e carico d' elettricità in un con l' altra pallottolina in contatto parimente di midollo di sambuco e dello stesso diametro fissa all' estremità dell' ago appeso al filo d' argento. Perlocchè questa si scostò respinta: ma egli facendo girare in contrario senso l' indice del micrometro sino ai gradi 60 la ricondusse a trenta gradi di distanza dalla fissa; per cui la repulsione elettrica faceva equilibrio a 60 più 30 cioè a 90 gradi di torcimento del filo d' argento. Ma appena trascorsero dieci minuti, che dovette storcere il filo di 20 gradi, affinchè la pallottolina mobile ritornasse alla distanza di 30 gradi. Dunque la forza di repulsione era al principio dell' esperienza di 90 gradi, e di gradi 70 alla fine di dieci minuti di maniera che essendo la forza media di 80 sarebbe la forza perduta di un quarantesimo per la forza media, cioè di due gradi per minuto. Ripetè più volte questa sperienza,

e risultogli che la natura del corpo non influisce sulla legge del decremento dell'elettricità, e che sempre il rapporto della forza perduta alla media è una quantità costante, purchè non cangi lo stato igrometro dell' aria. Cercò quindi il rapporto che esiste tra i diversi gradi d' umidità dell' aria e lo scemamento dell' elettricità in un minuto, e parvegli di scorgere che questo decremento fosse proporzionale al cubo del peso dell' acqua contenuta in un volume d' aria. Importerebbe assai pei futuri progressi della meteorologia, come ottimamente osserva Biot, se si giungesse a scoprire il vero rapporto, che vi esiste tra la copia dei vapori acquei dell' aria e lo sperdimento dell' elettricità de' corpi, perchè si avrebbe nella bilancia elettrica il più esatto degl' igrometri.

Riconosciuto il rapporto del disperdimento elettrico pel contatto dell' aria potè ingegnosamente determinare la perdita che si fa per i sostegni idioelettrici col sottrarre dalla perdita totale quella che ha luogo pel contatto dell' aria. Si servì nelle sue sperienze di un filo di seta come isolatore meno perfetto della ceralacca, e attentamente calcolando la perdita che si fa per il filo e per il contatto dell' aria, riconobbe che l' intensità, con cui si disperde l' elettrico, decresce più prontamente per il filo che per l' aria; e che, diminuita a un certo punto, non si disperde più niuna elettricità lungo il filo, il quale diventa per quella dose un perfetto isolatore; ed allora tutto lo sperdimento si opera per il contatto dell' aria. Quindi considerò la superficie de' corpi idioelettrici come composta di molecole conduttrici separate le une dalle altre da piccoli intervalli,

e perciò quanto più cresce il numero degl' intervalli isolanti, cui l' elettrico dee superare, tanto più perfetto riesce l' isolamento, il quale però non è mai compiuto per una forte dose. Ma riflettendo che aumentano colla lunghezza del filo gl' intervalli isolanti, venne dopo molte sperienze a scoprire, che non variando lo stato igrometrico dell' aria debbono le lunghezze dei sostegni essere per un' isolamento perfetto come i quadrati delle densità elettriche. Un filo di seta a cagion d' esempio di due piedi di lunghezza, il quale isola compiutamente un conduttore carico di una determinata dose d' elettricità, dee avere quattro piedi di lunghezza per isolarne una dose doppia. La forza isolante infine diversifica non solamente colla lunghezza, ma anche col variare de' corpi idioelettrici e del loro spessore; perchè in due fili uno di gomma lacca, e l'altro di seta della stessa lunghezza e dello stesso diametro isola il primo con un' intensità dieci volte maggiore del secondo.

Studiò nella quarta, e nella quinta memoria la facoltà che hanno i corpi conduttori di liberamente ricevere, e trasmettere l' elettrico.

Per determinare il rapporto dietro cui si divide l' elettricità tra due corpi anelettrici, elettrizzò una pallottolina di rame del diametro di otto linee, la cui forza elettrica ei misurò col suo sensibilissimo elettrometro, e mettendola in contatto con un' altra pallottolina di midollo di sambuco dello stesso diametro, ed investigandone la quantità di elettrico che le cedeva nel contatto, trovò che era precisamente la metà di quello che prima possedeva. Usando quindi due cerchietti uno di ferro, e l' altro di rame d'

eguale diametro, ed operando come colle pallottoline ebbe i medesimi risultamenti; donde conclusse, che la natura de' corpi non avesse alcuna influenza sulla maniera, colla quale si divide l'elettricità tra due corpi conduttori in contatto.

Il P. Beccaria fu il primo ad osservare che l'elettricità, che si comunica ad un corpo conduttore, si distribuisce sulla superficie di lui. Quindi Coulomb sperimentalmente confermò questo fatto dimostrando che l'elettricità si spande sopra un corpo non già per un' affinità chimica, od attrazione elettiva; ma bensì in virtù della sua azione repulsiva; e che viene rattenuta sulla sua superficie in forza della pressione, e della coibenza dell'aria. Per ciò determinare praticò sopra un cilindro di legno un buco del diametro, e della profondità di quattro linee; quindi l'elettrizzò, e lo toccò sui diversi punti della sua superficie col mezzo di un cerchiettino di carta dorata sostenuto da un bastoncino di gomma lacca, e trovò sempre che l'elettricità conceputa era sempre, esplorata col suo elettrometro, della stessa natura di quella del cilindro. Spogliando quindi il cerchiettino d'ogni elettricità, ed introducendolo nel buco sino a che toccasse il fondo, riconobbe che nell'estrarlo non offriva veruna elettricità. Anche ricoprendo una sfera elettrizzata con due emisferi cavi di sostanza conduttrice, e rimossi col mezzo di un manico di vetro, la spogliavano d'ogni sua elettricità. Se poi la si collochi sotto il recipiente della macchina pneumatica, e facciasi il voto, si dissipa l'elettricità rapidissimamente. Questi risultamenti sperimentali sono pure convalidati da pruove geome-

triche, la cui dimostrazione dipende dai due newtoniani principj, che seguono.

1. La somma delle azioni di tutte le molecole di una sfera, le quali mutuamente si attraggono nella ragione inversa del quadrato delle distanze, sopra una particella di materia posta fuori della medesima, è come se tutte le molecole agenti sopra di lei fossero riunite nel centro della sfera medesima. Imperciocchè le azioni più deboli delle molecole lontane e al di là del centro, e le azioni più forti delle molecole situate al di quà di esso si compensano in guisa che si può considerare il centro come il punto d'applicazione della forza media di tutte le forze sparse in tutta la massa. Questo principio si applica egualmente al caso di un semplice inviluppo sferico voto internamente; e ciò, che si dice per l'attrazione, si dee eziandio intendere per la repulsione.

2. Quando poi la detta particella trovisi entro la massa, o l'invoglio sferico, è del pari attratta, o respinta da tutte le molecole della sfera, o dell'invoglio in guisa che nel caso di una compensazione scambievole delle forze attrattive, o repulsive, essa rimarrà immobile non essendovi una ragione, per cui si debba muovere piuttosto da una parte, che dall'altra.

Risulta pertanto da questi due principj, che quando si rompe l'equilibrio elettrico in un corpo conduttore per esser carico d'elettricità vitrea o resinosa, la materia elettrica debbasi slanciare fuori dalla sfera. Per comprendere come ciò avvenga, s'immagini il leggitore che la sfera sia divisa in un'infinità di strati estremamente sottili e concentrici, e che le molecole elettriche di tutti questi innumerevoli strati

respingendosi scambievolmente dal centro verso la periferia siano sospinte a escire dalla sfera, e a spandersi indefinitamente nello spazio, se non fosse della pressione dell' aria che le ritiene condensate intorno alla sfera sotto forma di uno strato esilissimo. Questi risultamenti teorici si applicano del pari agli elissoidi, e perciò a qualunque corpo; perchè, sia pure di qualsivoglia figura, si può sempre considerare come a loro circoscritto, e per conseguenza ciò, che dicemmo delle sfere, si dee con quelle necessarie modificazioni intendere degli altri corpi. Il celebre Laplace fece di questi principj un bel soggetto di utili applicazioni, allorchè col mezzo di algebriche formole determinò con una matematica precisione la figura della terra.

Coulomb riconobbe dalle sue moltiplici sperienze, che l' elettricità si distribuisce egualmente sopra due sfere eguali che si disgiungono; e che tra due sfere ineguali le quantità elettriche variano in un rapporto differente, e minore della loro superficie. Trovò pure che la densità elettrica è più considerevole nel corpo più piccolo; e che, sebbene le densità elettriche differiscano tra loro secondo la superficie de' corpi, e seguano un determinato rapporto colla quantità di materia elettrica, e la superficie loro, non avviene però mai, che la densità elettrica di un corpo sia doppia di quella di un' altro, e allora soltanto vi si accosta, quando sia infinitamente piccolo per rapporto all' altro.

Esaminando la densità elettrica sui diversi punti della superficie di due sfere eguali in contatto col mezzo del solito cerchietto di carta dorata affisso a

un bastoncino di ceralacca, cui esplorava sul suo elettrometro, scoperse, che è nulla in vicinanza del loro contatto sino ai 20°; quindi piccolissima dai 20° sino ai 30°; crescente rapidamente sino a 60°, e poi piccola sino ai 90° per manifestarsi quasi pressochè uniforme sino ai 180°. Quando poi ineguali siano le sfere, quanto più una sfera è piccola per rapporto all'altra, tanto più la densità varia sopra la più piccola dal punto di contatto sino ai 180°, accostandosi all' uniformità nella più grossa.

Infine disgiungendo lentamente le due sfere ineguali, e cariche d' elettricità vitrea osservò, che ad una certa distanza la piccola sfera offeriva visibili segni d' elettricità resinosa nella porzione dirimpetto alla più grossa; che ad una maggior distanza si mostrava allo stato naturale; e che allontanata maggiormente si spiegava l' elettricità vitrea su tutti i punti della sua superficie.

Nella sesta, ed ultima memoria ha cercato la maniera, colla quale l'elettricità si distribuisce sopra un numero qualunque di globi eguali in contatto, i cui centri si trovano sulla stessa retta, ovvero terminati da un globo più grosso, e quindi sopra le diverse parti di un cilindro qualunque terminato da due emisferi, o veramente da un globo più grosso.

Trovò primieramente, che in una fila di sei globi di due pollici di diametro, e in contatto, la quantità del fluido elettrico diminuisce di circa un terzo dal primo al secondo, e di un quindicesimo dal secondo al terzo; e che in una fila di dodici, o di ventiquattro globi la quantità del fluido elettrico diminuisce parimente di un terzo dal primo al secondo,

e dal secondo sino a quello di mezzo decresce tanto più lentamente, quanto più grande è il numero de' globi. Rappresentando queste azioni scambievoli de' globi col mezzo di formole algebriche rinvenne che i risultamenti teorici corrispondevano esattamente a quanto avea osservato nelle sue sperienze. Infatti supponendo, che la materia elettrica si distribuisca uniformemente sulla superficie di ciascun globo, il primo e il ventiquattresimo, il secondo e il ventitresimo, il terzo e il ventiduesimo e così gli altri successivamente debbono essere tra di loro al medesimo stato elettrico, acciocchè si effettui l'eguaglianza d' azione alle due estremità e nei punti intermedj. Ma il primo globo fa da se solo equilibrio a tutti gli altri. Dunque il secondo, il quale agisce unitamente agli altri sul primo, dee per l' equilibrio necessariamente avere un' elettricità minore, la quale diminuisce ancora negli altri in proporzione che cresce la distanza dal primo; ma siccome le azioni loro si fanno nella ragione inversa del quadrato delle distanze, perciò debbono sino nel mezzo differire di poco le loro masse elettriche.

Ma questa supposizione, che l' elettrico si distribuisca egualmente su tutta la superficie di ciaschedun globo, non si verifica in fatto, perchè la repulsione essendo massima nei loro punti di contatto, cui considerò come i loro poli, è per conseguenza nulla in questi punti la densità elettrica, la quale va progressivamente crescendo sino al gran cerchio, cui chiamò equatore. Ciò posto, trovò col mezzo del calcolo un risultato medio tra il caso, in cui si suppone distribuirsi egualmente l' elettricità sopra tutta

la superficie de' globi, e quello, in cui tutta si considera accumularsi d' intorno all' equatore, eccettuati però il primo e l' ultimo globo, i quali toccando in un sol punto i globi contigui fanno sì che l' elettricità aumenti successivamente dal punto di contatto sino al punto opposto, in cui è massima la densità di lei

Ponendo quindi in contatto con un globo di otto pollici di diametro due globi, quindi quattro, e poi ventiquattro di due pollici di diametro trovò, che rappresentando per 100 la massa elettrica del primo globo in contatto col più grosso era quella dell' ultimo globo nei sovra indicati casi come 254, 340, e 372; perchè la forza elettrica diminuendo nella ragione inversa del quadrato delle distanze dee a misura che si prolunga la fila, accumularsi nell'ultimo, acciò si effettui l' equilibrio.

Usando ora un cilindro che avea due pollici di diametro e trenta pollici di lunghezza, ed ora un'altro dello stesso diametro, ma di dodici pollici di lunghezza venne a scoprire, che nell' un caso e nell' altro la densità elettrica era massima alle due estremità, e che differiva di poco incominciando dal mezzo sino ad una piccola distanza dai due punti estremi. Ma per avere risultamenti teorici analoghi a quelli che ottenne nei casi dei globi eguali e in contatto, suppose, che fosse il cilindro diviso da piani perpendicolari al suo asse in un numero determinato di corti cilindri, di cui i due ultimi sono emisferici. Impiegando quindi cilindri di diversa lunghezza e del diametro di due pollici di diametro riconobbe che, variando solamente la loro lunghezza tra i 15 ai 30

pollici, le densità medie dell'elettricità dei cilindri e del globo di otto pollici stavano tra di loro nel rapporto di 130 a 100; e che questo rapporto variava col diametro dei cilindri in guisa che la densità di un cilindro di due linee di diametro e di cinque linee di lunghezza, e del detto globo erano tra loro come 2 a 1; ed invece erano come 8 ad 1 se il cilindro avea una lungheza maggiore di sei pollici.

Sebbene ammettesse, che le superficie de' cilindri, i quali hanno lo stesso diametro, stessero tra loro nel rapporto delle lunghezze; e che la densità media elettrica di un corpo non fosse altra cosa che la quantità del fluido elettrico divisa pel numero delle parti della superficie, sovra cui trovasi: tuttavia vedendo, che la forza elettrica alle due estremità seguiva la ragione inversa del quadrato delle distanze, e che perciò decresceva in un rapporto maggiore di quello, col quale cresce la superficie, concluse che la densità media acquistasse un' accrescimento sensibile. Riconobbe pure che nei cilindri della stessa lunghezza, e di diverso diametro l'aumento della densità elettrica non seguiva esattamente la ragione inversa delle superficie, e dei diametri, ma bensì che stava in un rapporto più piccolo. Così in due cilindri di trenta pollici di lunghezza, di cui uno avea due pollici di diametro, e l'altro uno soltanto, la densità elettrica del primo in contatto col globo del diametro di otto pollici era come 130, e quella del secondo come 200, perchè le curvature del globo, e dell'emisfero, in cui si termina il cilindretto, cagionano nel fluido elettrico diverse azioni obblique, le quali fanno sì che le densità elettriche stiano in

un rapporto più piccolo delle superficie. Quando poi le dimensioni dei cilindri sieno costanti, e solo variino i diametri del globo, allora la densità elettrica del cilindro è in un rapporto più piccolo dell'aumento dei diametri, se il rapporto dei diametri del globo e del cilindro in contatto è minore di un 178; mentre segue esattamente il rapporto dei diametri del globo, allorchè il rapporto dei loro diametri è maggiore. Rappresentò infine con accomodate formole algebriche i diversi casi delle densità medie elettriche di un cilindro per rapporto a quelle di un globo, col quale è in contatto.

Si comprende ora facilmente, perchè un globo armato di una punta si spoglia prontamente dell' elettricità, che si è sopra di lui accumulata. La punta è rispetto al globo elettrizzato come è un cilindro di piccolissimo diametro al globo medesimo; ma la densità elettrica crescendo a misura che diminuisce il diametro, sarà massima sulla punta, ove l'elettrico vincendo la resistenza dell' aria liberamente scagliasi fuori. Ingegnosa pertanto è l' applicazione, cui fece Coulomb di queste sperienze per spiegare la grande violenza, colla quale slanciasi dalle nubi la folgore. Imperciocchè supponendo a cagion d' esempio che una nuvola tempestosa sia eguale a un globo elettrizzato del raggio di mila piedi, e che il filo metallico di un cervo volante in contatto con la medesima sia di una linea di diametro, sarà la densità elettrica all' estremità inferiore del filo sessantaduemila volte più considerevole che quella della nuvola stessa, e vi escirà perciò la scarica fulminea con estrema violenza.

Si trovarono nei manoscritti di Coulomb interes-

santi sperienze relativamente alla maniera, colla quale si distribuisce l'elettricità sopra le lamine metalliche, e sopra i piatti circolari. Imperciocchè dopo molte ricerche scoperse che il rapporto tra le quantità elettriche del mezzo, e delle estremità di una lamina isolata d'acciajo lunga undici pollici, larga un pollice, e dello spessore di una mezza linea è doppio; e che questo rapporto è pressochè costante dal mezzo sino a un pollice dalle estremità, ove aumenta di poi rapidissimamente. Nei piatti circolari osservò pure, che l'intensità è più forte verso i bordi seguendo la medesima legge, che nelle lamine.

Impertanto le belle sperienze e scoperte di Coulomb non furono sul principio tenute dai Fisici di tutta quell' importanza che veramente elle erano. Perchè vi rimaneva ancora un difficile passo a farsi, e bisognava arrivare ad una matematica teoria, la quale unendo insieme tutte le singole osservazioni ed esperienze dimostrasse la loro dipendenza e legame. Ma dacchè Poisson diede la sua famosa teoria matematica dell' elettricità statica, e fece vedere che i risultamenti della più sublime analisi concordavano compiutamente con quelli dell' esperienza, allora si conobbe tutto il pregio dei lavori di Coulomb. Infatti i risultamenti sperimentali ottenuti da Coulomb, furono sottilmente generalizzati da Poisson e rappresentati in una maniera rigorosa ed analitica nella sua memoria divisa in due parti che leggesi pubblicata fra quelle della classe delle scienze fisiche e matematiche dell' Istituto di Francia per l' anno 1811. Farò brevemente conoscere le precipue conseguenze dedotte dai calcoli di questo celebre Geome-

tra francese, acciocchè il leggitore conosca tutta l' utilità dell'analisi matematica nel dare il più alto grado di perfezione e di verità ai principj di una scienza.

Nell'ipotesi, che servì di base a suoi calcoli, suppose che i fenomeni elettrici siano generati da due fluidi distinti sparsi ne' corpi; che le molecole elettriche della medesima specie si respingano e quelle di nome contrario si attraggano mutuamente nella ragione inversa del quadrato delle distanze; e che essendo la repulsione eguale all' attrazione, quando sieno in egual quantità in un corpo, non debba esercitare alcuna azione sui fluidi dei corpi vicini. Ciò premesso considerò un corpo conduttore isolato, carico d' elettricità vitrea o resinosa, e sottratto a qualsivoglia influenza esterna, e col mezzo del calcolo dimostrò, che il fluido introdottovi portasi sulla sua superficie, sovra cui forma uno strato estremamente sottile, la cui densità varia su diversi punti secondo la sua configurazione. Ma le condizioni d'equilibrio tra le azioni elettriche non dipendono soltanto dal fluido elettrico che si aggiunge, ma anche dal fluido naturale, dimodochè non basta che le azioni delle molecole elettriche accumulate sulla superficie si distruggano mutuamente, ma bisogna pure, che annullate siano le azioni attrattive, e repulsive sopra i due fluidi vitreo e resinoso, i quali formano nei diversi punti interni il fluido naturale.

L'azione delle molecole elettriche, le quali compongono lo strato superficiale di una sfera, sopra due molecole una vitrea e l' altra resinosa, che combinate formano il fluido naturale di un punto preso entro la sfera elettrizzata, secondo i principj esposti

a pag. 142 dee per l'equilibrio essere nulla, come dee esser nulla per tutte le altre parti del fluido naturale. Ma lo strato elettrico, avendo la forma del corpo che occupa, sopra una sfera dee avere una superficie sferica, il cui centro è nel centro stesso della sfera, e per l'eguaglianza della sua densità non potrà esercitare dietro la legge del quadrato delle distanze alcuna azione sui varj punti interni.

Supponendo ora che la sfera si allunghi successivamente nel senso di uno de'suoi diametri, e si restringa invece nel senso dell'altro diametro ad esso perpendicolare, si formano degli ellissoidi sempre più allungati: e così una parte delle molecole dell'invoglio elettrico si avvicina alle due molecole costituenti il fluido naturale di un punto, ed un'altra parte di esse si allontanano in modo che si aumenta l'azione delle prime per la minore distanza, ed invece si scema l'azione delle seconde per la distanza maggiore. Ma per l'equilibrio dee sugli ellissoidi aumentare il fluido elettrico alle estremità del grand'asse e in pari proporzione diminuire alle estremità del piccolo asse in guisa che lo strato elettrico sia un'ellissoide concentrico e simile al corpo su cui si trova, e le densità siano tali sui diversi punti, che non esercitino alcuna azione sopra un punto qualunque preso internamente, e stiano tra loro come le lunghezze degli assi. Ma le pressioni ai due poli dell'asse maggiore, e della estremità del diametro dell'equatore essendo come il quadrato dell'asse dei poli al quadrato del diametro dell'equatore, avverrà che in un elissoide allungatissimo superino nei poli del grand' asse la resistenza dell'aria, e squarciandola esca

liberamente l' elettrico, siccome avviene alla sommità di un cono, o di una punta, in cui la pressione diverrebbe infinita, se ivi l' elettrico potesse accumularsi.

Determinata la legge, dietro cui si distribuisce l' elettrico sopra un solo corpo conduttore, passò al caso più complicato di più corpi elettrizzati, i quali reagiscono mutuamente tra loro. Per risolvere i diversi problemi relativi alle azioni loro partì da un generale principio analogo a quello, col quale spiegò, come l' elettricità si spande sopra un solo corpo. « Se parecchi corpi conduttori elettrizzati sono messi in presenza gli uni degli altri, e pervengono a uno stato elettrico permanente, bisognerà in questo stato, che la resultante delle azioni degli strati elettrici, che li coprono, sopra un punto qualunque preso nell' interno di uno di questi corpi sia nulla. Perchè se questa risultante non fosse nulla, l' elettricità combinata, la quale risiede nel punto che si considera, sarebbe scomposta, e lo strato elettrico cangerebbe contro la supposizione che si è fatta della sua permanenza. »

Questo principio sottoposto al calcolo fornisce tante equazioni, quanti sono i problemi, la cui soluzione sorpassa ben sovente la forza dell' analisi. Ciò non ostante Poisson pervenne a togliere tutte le difficoltà analitiche pei casi di due sfere poste a mutuo contatto, ovvero in presenza l' una dell' altra, e cariche d' elettricità vitrea o resinosa.

Si capisce facilmente che il rapporto delle quantità di fluido elettrico sopra due sfere ineguali in contatto debba aumentare colla differenza dei loro

diametri, affinchè la forza repulsiva dell' elettricità di una sfera equilibri quella dell' altra. Ciò premesso supponiamo che una delle due sfere diminuisca di volume; è chiaro che lo strato elettrico si condenserà sopra di questa in proporzione della diminuzione di volume sino a superare la resistenza della forza repulsiva dello strato elettrico dell' altra sfera in guisa che per l' equilibrio dee una porzione del fluido elettrico passare dalla più piccola sulla più grossa, acciocchè le loro rispettive quantità d'elettrico siano in rapporto colla superficie. Il sig. Poisson immaginò parecchie formole, colle quali felicemente pervenne a calcolare come l' elettricità si distribuisca sopra la superficie, ed a determinare la densità dello strato elettrico sui diversi punti dell' una e dell' altra superficie. Fece quindi teoricamente vedere ciò che Coulomb avea venticinque anni prima scoperto col mezzo dell' esperienza.

Supponendo le due sfere eguali, e considerando le intensità dedotte col piano di prova e col calcolo sopra i diversi punti di una sfera per rapporto all' altra esplorata a 90°, si ha la seguente tavola.

Posizione dei punti paragonati	Rapporto della seconda densita' alla prima	
	per l' Esperienza	per la Teoria
90° e 20°	Insensibile	Insensibile
90° 30°	0, 2083	0, 1707
90° 60°	0, 7994	0, 7452
90° 90°	1, 0000	1, 0000
90° 180°	1, 0576	1, 0140

Quando poi le due sfere siano ineguali e i loro diametri siano come 1 a 2, ecco i risultamenti dell' osservazione e del calcolo sulla loro densità elettrica.

Posizione dei punti paragonati	Rapporto della seconda densita' alla prima	
	per l' Esperienza	per la Teoria
90° e 30°	Insensibile	Insensibile
90° 60°	0, 5882	0, 5563
90° 90°	1, 0000	1, 0000
90° 180°	1, 3333	1, 3535

Si vede pertanto che le differenze tra i risultamenti teorici e sperimentali sono piccole e da trascurarsi nel compiuto loro siccome provenienti dalla difficoltà nel fare sì delicate sperienze, e sfuggire ogni errore

Pertanto essendo i raggi delle sfere come 1 a 2, i rapporti che si ottennero dall' esperienza e dal calcolo sulle loro densità elettriche, sono i seguenti.

Indicazione dei risultati paragonati	Rapporti della densita' ottenuta		Differenza tra il calcolo e l'osservazione
	per il calcolo	per l'esperienza	
da 90° e 60° del punto di contatto . .	. . 1, 797 : 1 . .	. . 1, 70 : 1 . .	. . . 0, 05
90° e 180° . . sulla piccola e la grande sfera .	. . 0, 739 : 1 . .	. . 0, 75 : 1 . .	. . .—0, 01
	. . 1, 238 : 1 . .	. . 1, 25 : 1 . .	. . .—0, 01

Trovò pure, che sopra due sfere ineguali in prossimità del punto opposto a quello di contatto la

densità dello strato elettrico sulla più piccola è maggiore di quella della più grossa, e che il rapporto tra le due densità aumenta a misura che il rapporto della più piccola diminuisce. Ma un tale accrescimento ha un limite, cui rappresentò per 4, 2 a 1. Coulomb avea eziandio scoperto nelle sue sperienze che è eguale a 4 più una frazione, che non seppe determinare. Riconobbe infine che il rapporto delle densità elettriche è minore di quello delle superficie, e che a misura che il raggio di una sfera differisce da quello dell'altra, il rapporto delle densità aumenta in una proporzione assai lenta sino a un limite eguale a 573, quando il raggio di una sfera è infinitamente piccolo per rapporto a quello dell'altra: il quale risultamento è minore di circa un 175 di quello assegnato da Coulomb, il quale lo credette molto vicino a 2, 00.

Quando poi si allontanano lentamente le due sfere ineguali e cariche a cagion d'esempio d'elettricità vitrea dal loro mutuo contatto, la repulsione dei loro strati elettrici diminuisce, e così vi succede nella loro azione un cangiamento, per cui viene rotto l'equilibrio, che vi esisteva tra le azioni degli strati elettrici esterni sui diversi punti interni del fluido naturale; e perciò la loro risultante che era zero, diventa una quantità positiva. L'elettricità che, come dicemmo, era nulla nei punti di contatto, dacchè s'incomincia a disgiungere le due sfere, scompone una parte, del fluido naturale della più piccola, e richiama l'elettricità resinosa verso il punto, in cui ebbe luogo il contatto. A una distanza maggiore, la quale dipende dal rapporto dei loro raggi, non si manifesta

più in detto punto alcuna elettricità. Infine crescendo ancora la distanza si manifesta su tutta la superficie l' elettricità vitrea, Locchè avviene pure nel caso che le due sfere siano cariche d' elettricità resinosa. Bisogna però notare che tali variazioni succedono sempre nella più piccola, essendochè la più grande mostrasi sempre coperta della stessa specie d' elettricità. Coulomb usando due globi, di cui uno era del diametro di undici pollici, e l' altro di otto, scoperse che ad una distanza minore di un pollice era sul più piccolo l'elettricità contraria a quella del più grosso; che facevasi quindi nulla alla distanza di un pollice; e che infine a tutte le altre distanze mostravasi da per tutto coperto della medesima specie d' elettricità. Infine impiegando un globo del diametro di quattro pollici l' opposizione si sostenne sino alla distanza di due pollici; e allorchè il diametro era minore di due pollici una tale opposizione si manifestò sino alla distanza di due pollici e cinque linee. Ma allorchè un raggio è assai piccolo per rapporto all' altro, si trovò col mezzo del calcolo, che l' elettricità è nulla a una distanza un pò più grande di un 1/3 del raggio della sfera più grande; il quale risultamento si accorda perfettamente coll'esperienza.

CAPO DUODECIMO.

Supposizioni di Paracelso, di Cabeo, di Cartesio, e di Menestrier sulla formazione della grandine. Mussehenbroeck vi fece concorrere l' elettricità. Opinioni di Barberet e di Morveau, ed esperienze di Quinquet. Famosa teoria del Volta, ed obbiezioni che le si opposero da Bellani e da Lecoq. Ipotesi di Denison Olmsterd, di Orioli e dell' abate Genevois. Osservazione di Gay-Lussac. Piogge e nevi elettriche, e fatti curiosi che le comprovano. Piogge di fuoco, bolidi, stelle cadenti od aeroliti, ed osservazioni di Beccaria, di Vassalli-Eandi e di Matteucci. Teoria di Vatsh sulla formazione elettrica de' venti, e singolare osservazione di Scott. Oragani, turbini, e qualità velenose del Samy-el. Tifoni e trombe; osservazioni di Hare ed esperienze del Beccaria. Aurora boreale, fuochi di S. Elmo, fuochi fatui, tremuoti e Vulcani.

Teofrasto Paracelso, il Patriarca de'ciarlatani pretese, che la grandine provenisse dalla lontana influenza delle stelle. Se sulla terra, dice, vi sono alberi che a cagione d'esempio producono pome, pere, e ciriegie, vi sono pure in cielo stelle, che generano la pioggia, la neve e la gragnuola. Ma siccome le frutte pervenute a maturità si staccano da loro stesse dagli alberi e caggiono; così vi cade in stagioni e

giorni determinati dalle stelle la neve e la grandine in guisa che per mezzo dell' astrologia si possono conoscere e predire. I Peripatetici volevano che la pioggia si convertisse in grandine per *antiperistasi.* Con questo vocabolo intendevano la supposta qualità de' corpi di raffreddarsi maggiormente, quando si trovano circondati da corpi caldi. Di questa maniera spiegavano, perchè le cave sembrano più fredde nella state e più calde nell'inverno. Il Gesuita Cabeo derivò il nucleo nevoso dalla mescolanza del salnitro coi vapori acquei dell' aria, il quale agitato dai turbini e scendendo in strati più caldi ed umidi si unisce ai vapori che incontra, si raffredda vie più per antiperistasi, ed ingrossandosi di nuovi strati formasi la gragnuola.

Cartesio suppose, che si componessero le nuvole procellose di particelle acquee diacciate, le quali riunite dal violento urto de' venti si convertono in gragnuola più o meno grossa secondo le diverse circostanze in cui si forma. Altri in vece ricorsero al freddo dell'elevate ragioni dell'atmosfera: la qual ipotesi cadde, dacchè si vide grandinare nelle valli da un' altezza minore delle circostanti montagne, ove si gode di una dolce temperatura.

Il P. Menestrier ingegnosamente spiegò col mezzo delle particelle frigorifere la formazione della grandine in guisa che si meritò il premio, cui un' accademia avea in que' tempi proposto a chi ne avrebbe data una spiegazione migliore. Ma le particelle frigorifere, che i padri nostri supposero per spiegare il raffreddamento de' corpi, ed il rigore del verno, scomparvero per sempre dalla Fisica non sì tosto che si studiarono gli effetti del calorico.

Musschenbroeck che tanto contribuì co' suoi scritti e colle sue sperienze a far progredire la Fisica, fu pure il primo, che dedusse i grossi grani di gragnuola dall' elettricità. Quindi il sig. Barberet opinava, che la inopia dell' elettricità congelasse i vapori acquei dei nugoli già per altre cause raffreddati, onde secondo questa ipotesi, siccome osserva Morveau, sarebbono perniciosi i corpi eminenti e acuminati, i parafulmini, e i paragrandini; conciossiachè succhiando questi dalle nubi del continuo l' elettrico cooperebbono possentemente alla formazione della grandine. All' incontro Morveau voleva che provenisse la grandine per soverchia copia di elettrico, perchè vi escono terribilmente dai nugoli procellosi i lampi e i tuoni, che non avrebbono mai luogo, se fossero privi d' elettricità. Ei conosceva quanto valesse l' elettricità nell' evaporare i liquidi, e la fece entrare come una causa immediata del raffreddamento dei nugoli, dimodochè credeva, che una nube tempestosa non fosse altra cosa che un grande ammasso di vapori carichi d' elettrico, i quali perciò si raffreddano, si condensano, e si convertono in grandine. Cercò di convalidare questi suoi pensamenti col mezzo dell' esperienza. Procuratisi due termometri perfettamente comparabili tra loro, e appendendoli a un tubo di vetro in guisa che distassero l' un l'altro di quindici pollici, coprì le loro pallottoline di due eguali pezzetti di tela egualmente inumiditi di alcool, e quindi facendo comunicare col mezzo di un filo metallico una pallottolina col conduttore della macchina elettrica in azione osservò che il liquido contenuto si abbassava di quattro gradi nello stesso

intervallo di tempo che nell' altro termometro non elettrizzato si abbassava di tre gradi soltanto. Questa differenza nei due termometri fu da lui attribuita all' elettricità come valevole ad attivare l' evaporazione dell' alcool, ed a produrre il raffreddamento. Già Nollet avea notato, che da quattr'oncie d'acqua elettrizzata per lo spazio di cinque ore si perdevano in un vaso di vetro otto grani di peso, e in vece dieci grani in un vaso di metallo, laddove se ne perdevano solamente tre grani quando non la era elettrizzata. Le quali sperienze dimostrano essere l' elettricità una causa possente di evaporazione. Inoltre il sig. Quinquet cercò di rappresentare esperimentalmente come in cielo si formi la gragnuola per l'influenza dell'elettricità. Facendo in fatti passare una forte scarica elettrica attraverso dell' acqua contenuta in un vaso di cristallo circondato da acqua raffreddata a diciotto gradi e mezzo sotto il zero vide formarsi all' istante molti grannelli di diaccio, donde conghietturò che se la stessa acqua si fosse trovata nell'alto dell'atmosfera cinta da uno strato d'aria freddissima sarebbesi convertita sotto la scarica fulminea in gragnuola accompagnata da pioggia. Introducendo dei vapori acquei in un vaso di cristallo immerso del pari nell' acqua raffreddata a diciotto gradi e mezzo sotto il zero, si copriva prestamente l'interno del vaso di brina, e si formava a poco a poco della neve, che riempivalo interamente. Allora vi fece passare attraverso di lei una forte scarica elettrica, che la trasmutò in gragnuola. Non riuscì compiutamente che due volte in sedici sperienze. Fortunatamente, ei dice, forse per la difficoltà, cui prova la materia elettrica nel trasmet-

tersi da una nube all'altra, sta la cagione, per cui nella pluralità de' casi non si produce la grandine. Pertanto merita lode il sig. Quinquet nell'averci con molta maestria rappresentato in piccolo ciò, che accade in grande nelle nuvole temporalesche fra lo scroscio dei tuoni, e il guizzo delle saette.

Molte sono le difficoltà che si presentano al Fisico, il quale vuole spiegare la formazione della grandine, l'ingrossamento de' suoi grani, e la loro sospensione nell'atmosfera; e fra le varie ipotesi che si proposero famosissima si è quella del Volta: onde reputo util cosa pei progressi della meteorologia elettrica il dare qui un sunto della pregevole memoria, ch'egli pubblicò sulla formazione della grandine.

L'evaporazione estremamente rapida e copiosa che ha luogo nella parte superiore di un nugolo tanto pel calore dei raggi del sole nell'ore e nei giorni più caldi, e per la grande rarezza e siccità dell'aria sovrastante, quanto per l'attitudine de' vapori vescicolari a trasmutarsi prontamente in vapori elastici, e per l'azione dell'elettricità, che ne promove attivamente l'evaporazione, porge una ragione, per cui nel cuore dell'estate e nel bel mezzo del giorno si genera tal eccessivo freddo da produrre la gragnuola. Chi non sa che nella state si può congelare l'acqua entro un globettino di vetro col mezzo della pronta evaporazione dell'etere. Nelle miniere di Schemnitz usasi una macchina idraulica, che porta il nome del suo inventore Hell, la quale schizzando l'acqua con grand'impeto sì la sparpaglia per l'aria che, se le si presenti contro un cappello o un fazzoletto, si cuopre in breve tempo di una

crosta di ghiaccio. Dunque non è maraviglia, se l'estrema evaporazione della parte superiore di un nugolo procelloso in virtù della grande rarezza e siccità dell'aria, dell'azione del sole, e dell'elettricità raffreddi talmente l'ammasso nugoloso da congelarlo in più o meno grossi pezzi di ghiaccio. Ma questi granellini sono tosto rincacciati in alto per l'elettricità dello stesso nugolo, e sostenuti pensili nell'aria non altrimenti che una leggiera piuma, un fiocchetto, od altro corpicello è cacciato e tenuto sospeso in aria per l'elettricità di un tubo di vetro stropicciato. La qual cosa è ancora meglio prodotta col mezzo di un piatto metallico isolato e fortemente elettrizzato. Ma se poi si operi sovra leggiere pallottoline di carta o di sovero, si produce una specie di danza galleggiante innalzandosi ed abbassandosi sino a che per l'indebolimento dell'elettricità del sottoposto piatto cadono per non rialzarsi più. La stessa cosa avviene in una nuvola pei grani di grandine. Quando poi due siano i nugoli posti l'uno sull'altro e contrariamente elettrizzati, il saltellamento dei granelli diviene ancora più facile ed energico nello stesso modo che i corpicelli danzano e saltellano più energicamente fra due piatti, o lenzuoli, o tappeti tesi orizzontalmente alla distanza di pochi piedi e carichi l'uno d'elettricità positiva, e l'altro d'elettricità negativa.

Se spaccasi un grano di grandine, si trova nel centro un piccol nucleo nevoso più o meno distinto formato da piccole stellette, le quali risultano da filetti, o sottili aghi di ghiaccio. Questi filetti, o primi rudimenti, ed embrioni della grandine respinti in alto

dall' elettricità della nube stessa, e in pari tempo attratti dalla nuvola superiore carica d' elettricità contraria, quindi rimandati e rincacciati nuovamente si tirano addosso nel loro saltellamento i vapori vescicolari che incontrano, e vestendosi di nuove incrostazioni s' ingrossano. Quando questo ballottamento dura poco tempo, come avviene in alcuni temporali deboli e passeggieri, cade una grandine appena sbozzata chiamata neve gelata, e dai Francesi *gresil*. All' incontro se i nugoli mormorino per lungo tempo, e in tetro aspetto si mantengano per più ore, i granelli possono nel loro alterno movimento e in virtù di nuove incrostazioni ingrossarsi enormemente.

La forza elettrica dei nugoli è talvolta grandissima avvegnachè estendono la loro azione a molte leghe di distanza; onde non è maraviglia se valgano in prossimità far saltellare tra di loro i granelli diacciati: laonde lo strepito e lo scroscio, che odesi prima della caduta della grandine, analogo a quello, che si eccita nel sommovere un mucchio di noci o nel versarle dai sacchi, sembra comprovare la danza grandinosa.

Vi ha però una specie di gragnuola, i cui grani non offrono nel loro centro l' indicato nucleo nevoso. Il sig. Deluc la credette originata da vere goccie di pioggia, che si agghiacciano nell' attraversare le nuvole inferiori freddissime, come ebbe occasione di osservare in una grandine caduta a Ginevra in un giorno d' autunno.

Volta verificò col mezzo di sensibilissimi elettroscopj atmosferici il passaggio dei nugoli temporaleschi dall' una all' altra elettricità; e derivò l' avvi-

cendarsi di questi stati elettrici dal muoversi su e giù, e dall' ondeggiare tra loro in differenti maniere siccome avviene fra due piattelli elettrizzati l'uno debolmente per difetto, e l' altro più fortemente per eccesso, i quali avvicinati scemano i segni elettrici nel primo sino ad annullarsi, e anche prendere in maggiore prossimità l' elettricità dell' altro piattello.

I temporali, i quali versano grossa grandine, non sono poi quelli che più si fanno temere pei fulmini; perchè le scariche fulminee hanno di preferenza luogo tra le nubi, che verso il suolo. In fatti nel disastroso temporale, che devastò addì 19 agosto 1787 le campagne di Como per l'estenzione di trenta miglia di lunghezza, comechè mormorasse del continuo il tuono dalle ore due pomeridiane sino alla mezzanotte in cui cadde la gragnuola, non dicesi vi sia scoppiato alcun fulmine verso terra.

Ma se sono i fiocchetti nevosi, dirà taluno, gli embrioni della grandine, come mai non nevica nella state? Al che risponde il Volta facendo osservare che il calore delle basse regioni dell'aria facilmente squaglia i fiocchetti di neve formatisi nell' alto dell' atmosfera; e ben sovente accade che la stessa nube dà pioggia al piano, e neve sulle vicine montagne.

Molte sono le obbiezioni che si fecero dai Fisici contro la teoria del Volta; e Bellani tra gli altri oppose diverse osservazioni, che pajono di gran peso.

Non si può, dice, ripetere la prima congelazione di un nugolo procelloso dal calore dei raggi del sole, perchè se questi valgono a provocarne gagliardamente l' evaporazione della superficie superiore, debbono

anzichè cagionare un gelido raffreddamento, indurre nella massa totale un' aumento di temperatura, perocchè in due termometri cinti da una tela inumidita d'acqua, e collocati l'uno al sole e l'altro all'ombra, sebbene nel primo sia l'evaporazione pronta ed abbondante, con tutto ciò ha luogo nella colonna mercuriale un' innalzamento maggiore che nel secondo. Ma se veramente il primo congelamento di un nugolò procelloso provenisse dal calore del sole, il quale ne provoca energicamente l' evaporazione, come mai nel mese di luglio 1806 un forte temporale versò una copiosa e grossa grandine prima del levare del sole senza che nel giorno prima si vedesse in tutta l'estenzione dell' orizzonte il menomo indizio di nugolo? Come mai nelle valli dell'America, siccome racconta Humboldt, i temporali grandinosi accadono quasi sempre verso la mezza notte? Inoltre l'aria che sovrasta alla nube procellosa non può essere, nè serbarsi secchissima per la semplicissima ragione che ne viene tosto impregnata dall'evaporazione rapidissima.

Dimostrò quindi, che l' esperienze della danza de' corpicelli tra i due piatti metallici contrariamente elettrizzati era più speciosa che vera per poter derivare l' ingrossamento della grandine. Perchè se i piatti sono formati di parti continue, si compongono le nubi sì in massa che individualmente di particelle dotate di un'estrema mobilità. I granellini di ghiaccio sono poco conduttori, e perciò cacciati dalla nube superiore nell' inferiore non concepiranno sì facilmente l' elettricità contraria per essere respinti in alto contro il loro peso, e la velocità acquistata nella

loro caduta. Laonde in mezzo ai vapori contrariamente elettrizzati si troveranno piuttosto nelle circostanze dei corpi immersi nel pozzo elettrico, che in quelle de' corpicelli danzanti tra i due piatti carichi l'uno d'elettricità vitrea, e l'altro d'elettricità resinosa. Infatti se in luogo del piatto inferiore si ponga un nappo d'acqua, i corpicelli sospinti dal piatto superiore penetrano nel liquido per non rialzarsi mai più. Non v'ha d'altronde viaggiatore che trovandosi nelle alte montagne tra l'intervallo di due nuvole temporalesche abbia osservato il supposto ballottamento della grandine.

Ma se i nugoli procellosi valessero a far saltellare per ore intere pallottole di ghiaccio del peso anche di otto o dieci oncie, dovrebbono del pari elevare dalla superficie del suolo i leggieri corpicelli, la polvere, i frantumi de' corpi e i ciottoli in guisa che l'aria diverebbe ben presto non solamente irrespirabile, ma anche col lasciar cadere detti corpi produrrebbe danni tanto terribili quanto quelli della grandine.

Medesimamente le osservazioni fatte dal sig. Lecoq a Clermont e sul Puy-De-Dome si oppongono all'opinione del Volta. Conciossiachè racconta che a Clermont addì 28 di luglio 1835 s'incominciò verso il mezzogiorno ad oscurare l'atmosfera, ed a formarsi a una grande altezza, spirandovi il vento del nort, alcune nuvole bianche, le quali abbassandosi lentamente presero a poco a poco una tinta grigia, che fecesi affatto oscura verso le ore due pomeridiane. Vi regnava un calor soffocante, e un tristo silenzio nell'aria, ordinarj presagi d'imminente temporale; ed egli stava con grande anzietà attendendo la fine di una

terribil scena, che stava formandosi sotto i suoi occhi, allorchè a un tratto udì un rumor sordo lontano come di un forte rotamento, e quindi vide rapidamente avvanzarsi sotto le nuvole già esistenti una vasta nuvola di un bianco purissimo ai bordi, e di un grigio scuro nel mezzo, sospinta violentemente da un vento d' ovest, la quale versò una spessa, grossa e distruttrice gragnuola. Formatasi sopra l' oceano verso le ore dieci del mattino, aveva percorso in quattro ore uno spazio di circa 90 leghe grandinando ed annichilando nel suo lungo tragitto i ricolti.

A dì 2 d'agosto il sig. Lecoq uscendo di buon mattino da Clermont, e ricercando i limiti della caduta della gragnuola arrivò verso il mezzodì sulla cima del Puy-De-Dome, ove si offerse a suoi sguardi un' interminabile orizzonte; e mentre stava intento a esservare il corso e la direzione di parecchi nugoli che ingombravano il cielo, vide da lungi e con sua grande sorpresa cadere la gragnuola da una nube inferiore, i cui bordi dentati essendo agitati da un rivoltolamento rapidissimo e turbinoso i grani si respingevano a vicenda, e fuggivano per di sotto, per dissopra, e in tutti i sensi, dimodochè sarebbero caduti a terra sotto mille direzioni, se non fossero stati violentemente cacciati verso il nort da un vento di sud. La caduta della grandine essendo cessata fra pochi minuti, non andò guari, che si formò sotto i suoi sguardi una seconda scena ancora più imponente; ma spaventato da un' improvviso chiarore che fortemente l'abbagliò, discese in fretta dal Puy-De-Dome, e si avviò a lesti passi verso il Puy-Des-Goules lontano circa una lega, ove

arrivò verso le tre ore. Le nuvole esistevano ancora, allorchè un vento di sud freddissimo soffiando con estrema violenza contro la montagna vi condusse un nuovo nugolo tempestoso, che vi lasciò cadere una spessa grandine. Gl'innumerevoli grani, di cui i più grossi aveano appena il volume di una noce, erano trasportati orizzontalmente e nella direzione del vento. Intese pure distintamente il confuso rumore della grandine, che ei crede formato da una infinità di fischi o rumori parziali di ciaschedun grano nell'urto contro l'aria. Pertanto da queste osservazioni dedusse tra gli altri i due seguenti corollarj.

1. Nella formazione della grandine sono necessari due strati nuvolosi sovrapposti l'uno all'altro, e due venti contrarj. 2. L'elettricità vi concorre possentemente, perchè tra due nubi elettrizzate contrariamente la superiore sostiene l'inferiore pregna di grandine. Tuttavia i grani non saltellano tra l'una e l'altra nuvola, siccome suppose il Volta, ma sono trasportati da un vento freddissimo, agitati violentemente da un rapido rotamento, e mossi da una grande celerità orizzontale.

Denison Olmsterd professore di matematica e di filosofia naturale nel collegio di Yale in New-Haven non potendo capire come i temporali siano causati dall'elettricità, stantechè non grandina sulle alte montagne e nella zona torrida, ove abbondantissima è l'elettricità atmosferica, e i fulmini violenti e terribili, senza negare il ruolo che può avervi l'elettrico, credè più verisimile che la grandine effettivamente provenga dal freddo intensissimo delle alte regioni dell'atmosfera. Imperciocchè riflettendo che

l'altezza della congelazione perpetua varia per le diverse latitudini, parvegli di vedere che l'incontro delle due correnti d'aria l'una freddissima proveniente dalle regioni polari, e l'altra umida e calda proveniente dai tropici debba nel subitaneo raffreddamento dei vapori dar luogo alla formazione della grandine. Suppose pertanto a cagione d'esempio, che all'altezza di dieci mila piedi vi spirino due venti colla velocità di sessanta miglia, ossia di un grado terrestre per ora, di cui uno provvenga dalla latitudine di 30 e l'altro di 50: s'incontreranno dopo dieci ore sotto il parallello di 40°, ove i vapori della corrente calda si raffredderanno fortemente, e si congeleranno in piccoli granelli proporzionatamente all'intensità del freddo dell'opposta corrente. I granelli poi condenseranno nella loro caduta intorno a loro i vapori che incontreranno per via, e s'ingrosseranno viemaggiormente a misura che sarà lungo ed umido lo spazio percorso. Allorchè le due masse d'aria che si mescolano insieme, differiscano di poco nella temperatura, allora si formeranno le nubi; se poi la differenza di temperatura sia maggiore, si produrrà una soprasaturazione d'umidità, e vi cadrà la pioggia; infine quando i vapori si congelino subitamente per l'intenso freddo di una delle due arie riunite, si precipiteranno al suolo sotto forma di gragnuola. Infatti nella zona torrida e ghiacciale, perchè non hanno luogo queste due correnti opposte calda e fredda, non grandina mai. In Francia e in Italia, che cinte sono da alte montagne eternamente coperte da nevi, vi cade sovente la gragnuola, avvegnachè, ne'forti calori estivi, correnti d'aria fredde dai monti si precipitano nelle sottoposte

pianure, e conseguentemente per la subita miscela delle due arie calda e fredda si forma la gragnuola.

Il prof. Orioli pubblicò nel 1826 un'ipotesi ingegnosa sulla formazione della grandine. Partì dall'osservazione che l'acqua in quiete può nel verno raffreddarsi di parecchi gradi sotto il zero senza diacciarsi, mentre che il più legger movimento la fa all'istante solidificare. Dal che dedusse, che l'acqua allo stato di vapori possa sopportare un forte abbassamento di temperatura senza agghiacciarsi, 1. perchè le molecole vaporose trovandosi discoste l'une dalle altre poco sentono la forza di coesione, che tende a unirle, 2. perchè i vapori vescicolari elettrizzati della stessa specie d'elettricità si respingono scambievolmente: la qual repulsione sino a un certo punto tien luogo di quella del calorico. Ma se da una nube già raffreddata viene a un tratto sottratta l'elettricità, essendo istantaneamente soppressa la forza repulsiva i vapori vescicolari accorrono precipitosamente verso certi punti centrali, e rapprendendosi in una sola massa formano la gragnuola, la quale varierà di grossezza giusta le diverse circostanze. Pertanto con questa ipotesi spiegò perchè mai nell'inverno per la mancanza della necessaria elettricità, non grandina e invece i vapori acquei si risolvono, e cadono in larghi fiocchi di neve.

Singolare è in fine la teoria da pochi mesi pubblicata dall'Abate Genevois sulla formazione della grandine. Dice egli che il fulmine premendo con estrema violenza l'aria e le nubi, e schiacciandole contro i gioghi e le gole delle montagne ne esprime con forza il calorico, siccome avviene nel fucile

pneumatico, e più palpabilmente per la precipitazione dell'acqua nella spugna premuta, e perciò raffredda e congela istantaneamente i vapori dell'aria, e produce la grandine. Perlochè crede che l'elettricità non contribuisca alla formazione della gragnuola se non in quanto che è la cagione del fulmine, il quale rapidamente raffredda e congela le nubi tempestose, e conseguentemente genera la grandine.

Comunque possano variare le opinioni de' Fisici circa la maniera di spiegare la grandine, convengono però nell'ammettere che l'elettricità vi contribuisca possentemente. L'elettricità, dice il dotto e benemerito Gay-Lussac, primitivamente sparsa nello spazio che è occupato dalla nuvola procellosa, non riunendosi in sottil strato che appoco appoco divien difficile nella teoria del Volta di attribuirle la formazione della grandine in masse tanto considerevoli, quanto quelle che si osservano qualche volta; ma il fenomeno è certamente connesso coll'elettricità atmosferica, e sebbene noi ignoriamo ancora tutte le circostanze, le quali ci ajuterebbero a concepirlo, non possiamo rigettare una causa, perchè ci sembra non avere una intensità proporzionata agli effetti che vogliamo spiegare.

I corpi, che trovansi alla superficie della terra, sono d'ordinario elettrizzati negativamente per attuazione dell'elettricità positiva dell'atmosfera. Questi due stati elettrici opposti della superficie terrestre e dell'aria essendo del continuo o accresciuti, o diminuiti per le variazioni di temperatura de' giorni e delle stagioni, per il diverso stato igrometrico dell'atmosfera, per le differenti fasi della vegetazione, e per

le azioni chimiche de' corpi concorrono possentemente alla formazione de' venti, de' temporali, delle pioggie e degli altri meteorici fenomeni che tutto dì avvengono nell'atmosfera.

Allamand portandosi a Motiers verso le ore dieci della sera del 3 maggio 1821, mentre imperversava un temporale, da cui vi uscivano spessi lampi e tuoni, ed avendo chiuso l'ombrello perchè temeva assai fra tanti scoppi di essere colpito dal fulmine, vide a un tratto splendere sul bordo del suo cappello una luce vivace, che ei credette da prima un vero fuoco il quale non sì tosto vi passava sopra la mano, subitamente spariva. Un'analoga luce si manifestò poco dopo sulle punte delle bacchettine del suo ombrello. Due casi consimili erano già avvenuti nel 1817. James Braid Chirurgo a Lead-hills, siccome si legge in un rapporto fatto alla società Werneriana di Edimburgo, ritornando dalla campagna verso le ore 9 della sera del 20 febbrajo 1817 ha veduto tutto a un tratto, che le orecchie del suo cavallo, e il bordo del suo cappello divennero luminosi uscendovi un numero di scintille, che tosto scomparvero al cadervi una pioggia seguita da molta neve. Narrasi pure nel secondo volume delle memorie dell' *American Accademy*, che nella notte del 17 gennajo dello stesso anno in parecchi luoghi della costa orientale degli Stati-uniti d'America, cadendo una pioggia mista con neve, e comparendovi spessi lampi senza tuono, parecchi individui, che trovavansi all'aria aperta, videro con loro grande maraviglia il bordo del cappello, le orecchie e la coda de' cavalli, i rami degli alberi, ed anche la saliva che eglino sputavano, splen-

dere di una luce vivace accompagnata da un leggier strepito somigliante a quello dell'acqua che bolle. Infine il prof. Lampadius scrive, che un giovine degno di fede ed istrutto nella Fisica gli raccontò d'avere osservato nel gennajo 1822 nel ritornar dagli alte miniere di Halsbruck presso di Freyberg che una fiamma fosforescente splendette sulle cime degli alberi che trovavansi sul cammino; e tre minatori che facevano la medesima strada, lo assicurarono, che la pioggia gelata caduta sul principio si era loro offerta luminosa.

Le sacre carte ci attestano, che Soddoma e Gomorra furono arse e distrutte da una terribil pioggia di fuoco miracolosamente caduta dal cielo. Questa tremenda catastrofe della divina giustizia non dee entrare fra i naturali meteorici fenomeni. Ma nella storia dell'accademia R. delle scienze di Parigi si legge, che a dì 17 di marzo 1695 cadde a Chastilon una pioggia rossa molto rassomigliante al color del sangue, come pure è scritto nella storia dell'aria dell'abate Richard che nel novembre del 1741 vomitò una nube sopra la città di Almeria nel regno di Granata in Ispagna una sì disastrosa pioggia di scintille di fuoco, che empiè di spavento quella popolazione, ed abbruciò parecchie navi ancorate nel porto, e mise a fuoco e a fiamme le vicine campagne. A dì 13 di novembre 1755 essendo estremamente rosso il cielo caddero piogge rosse in diversi paesi. Nel 1792 cadde nella Città di Paz nel Perù per tre giorni una pioggia di cenere, e nel 1819 a Montreal negli Stati Uniti caddero piogge e nevi annerite e accompagnate da scosse, da detonazioni, e da ignee apparizioni. Queste pioggie

si dissero prodotte da aeroliti, i quali scoppiando prima di giugnere alla superficie della terra violentemente disperdono i loro frantumi per l'aria che infuocati cadono.

Alcuni pretesero che gli aeroliti abbiano la loro origine nell'atmosfera, altri poi supposero, che siano gettati dai vulcani della luna, altri infine li considerarono come altrettanti piccoli corpi planetari, i quali circolano negli spazj obbediendo come gli altri corpi celesti alle leggi d'attrazione.

Il P. Beccaria dedusse la formazione dei bolidi e delle stelle cadenti dall'elettricità, e riferì in conferma della sua opinione il seguente fatto. Stava una sera in compagnia di un'amico seduto all'aria libera, allorchè videro con loro grande sorpresa, che una stella cadente dirigendo verso loro il suo corso aumentava in grandezza a misura che si avvicinava sino a che d'improvviso scomparve ai loro occhi. Il loro volto, le loro mani, le loro vesti, e tutti gli oggetti circostanti risplendettero di una leggiera luce e senza strepito. Presi da spavento si alzarono, ed attoniti si guardavano l'un l'altro, quando un servo venendo da un vicin'orto raccontò loro d'aver veduto un subitaneo diffuso chiarore e specialmente folgoreggiante sull'acqua che adoperava per bagnare le piante.

Uno dei più pregevoli scritti sui bolidi è certamente quello, che lesse il Prof. Vassalli-Eandi nel novembre del 1784 alla società letteraria sotto il nome di patriotica adunantesi in casa del conte Felice San Martino della Motta, e che quindi mandò per le stampe nel 1786. In esso ei dimostrò la grande analogia che esiste tra i bolidi, le stelle cadenti, l'aurore boreali e il fulmine, cui il Beccaria avea già fatto provenire

dall' elettricità; donde stabilì che i bolidi siano grandi ammassi di fluido elettrico che da una parte del cielo in eccesso passano in un'altra in difetto. Questa opinione del professore torinese fu ricevuta generalmente dai Fisici sino a che Chladni ed Howord fecero rivivere l'opinione di Hallero, cioè che i bolidi non siano altro che meteoroliti, od asteroidi. Ma il sig. Wartmann fa opportunamente osservare che nel nostro sistema planetario non circola verun corpo celeste, il quale brilla di luce sua propria, onde reputa che le stelle cadenti formino una classe di fenomeni a parte sicuramente dovuti all'elettricità. Inoltre Carlo Matteucci distingue le pietre meteoriche in ultratmosferiche, ed intratmosferiche, facendo provenire le prime dai vulcani del sole o della luna, ovvero dai piccoli asterischi, che girando a guisa di pianeti intorno alla terra s'infiammano prontamente in contatto della nostra atmosfera ed abbruciano con vivezza, e derivando le seconde dall'azione dell'elettricità sul pulviscolo atmosferico che si rende visibile quando si lascia in un luogo oscuro penetrare un raggio di luce. Crede pertanto che l'elettricità attraendo e condensando detto pulviscolo genera gli aeroliti intratmosferici, e le pietre così dette fulminee, le quali si sono osservate da tempi antichissimi cadere col fulmine.

Tra queste notabile si è quella che violentemente slanciata da una nube verso la metà del secolo decimo settimo colpì un padre Francescano di S. Maria della Pace in Milano, e all'istante lo stese morto al suolo. Fra le persone accorse per vedere il cadavere del fulminato fuvvi il canonico Manfredo-Settala, il quale preso da curiosità volle allargare l'apertura che vi avea scorto

nella coscia, e rinvenne con sua grande sorpresa e degli astanti in fondo di essa una pietra rotonda, che ei reputò causa dell' istantanea morte del monaco.

L' elettricità ha pure una gran parte nella formazione de' venti, e nella traslazione delle grandi masse d' aria da uno in altro luogo della terra, dappoichè si osservò che il barometro si deprime prima che spirano. Come ciò avvenga, fu preso in disamina, e spiegato da Filippo Watsh, il quale considerò la superficie terrestre e gli strati dell' aria soprastante come parti di un grande elettroforo o condensatore, e il barometro come una specie di elettroscopio, il quale vale ad offerirci ne' suoi moti d'innalzamento o di depressione un sicuro indizio della maggiore o minore attrazione e repulsione elettrica tra il suolo e l'atmosfera, perchè in queste alternative di azione elettrica dee parimente la pressione dell' aria variare. Quando a cagione d' esempio si eccita in un qualche luogo un'elettricità identica con quella dell' atmosfera, vi nasce subito una repulsione, e le particelle dell' aria si allontanano a vicenda tra loro, e per il rotto equilibro si produce una diminuzione di pressione; donde avvengono quegli improvvisi abbassamenti, i quali precedono ed accompagnano le tempeste. Il prof. Scott udì raccontare nelle isole Shetland che i bicchieri, i quali sono rovesciati sopra di una tavola a piano terreno, mandano suoni somiglianti a quelli prodotti sulla loro superficie esterna col taglio di un temperino, allorchè si avvicinano forti colpi di vento, onde i nativi tengono tali suoni come pronostici di tempesta, e mettono subito al sicuro le scialuppe, e tutto ciò che può ricevere danno. Ma non avendo potuto sorgere verun movimento nei

bicchieri pensò, che tali suoni fossero causati dall'elettricità. Il celebre Ritter ricevendo la commozione di una pila voltiana nelle orecchie vi percepì un distinto suono. Quindi studiando in ogni sua parte quest' osservazione parvegli riconoscere che i corpi, i quali per la compressione si elettrizzano positivamente, ed in vece negativamente per la dilatazione, svolgono in ogni oscillazione sonora un' alternamento di elettricità positiva e negativa, le quali cagionano nel riunirsi una commozione insensibile, se è sola e isolata; laddove quando sieno molte, comechè siano indiscernibili le une dalle altre, producono tutte insieme un'effetto sensibile, cioè il suono.

Ogni volta che si prepara un gran cambiamento di tempo si turba fortemente il mare, e si agitano le sue acque, si ode un fragor cupo sottomarino; sulla terra si svolgono odori fetidi e forti, e gli animali provano sensazioni insolite e moleste, ed uno spavento indefinito s'impossessa di loro; donde pare che la precipua causa, che sconvolge l'aria, sia un disquilibrio dei poteri elettrici tra la terra, e l'atmosfera.

Gli oragani e i turbini sono più comuni sotto i tropici, che nei nostri climi. Nel loro maggior impeto appariscono talvolta luminosi, e specialmente una fiamma argentea si vede da chi è chiuso in casa attraverso le fessure dei muri, e delle serrature, onde nella notte pare il cielo infuocato.

Si vuole ripetere dall' elettricità la qualità perniciosissima di certi venti di ammazzare come di un colpo di fulmine chi li respira. Il Samy-el vento velenosissimo che spira dalla metà di luglio sino alla metà di agosto sulle spiagge del golfo persico, e nel

gran deserto d'Arabia soffoca all' istante, e toglie di vita chi lo respira. I camelli appena sentono che si avvicina, ficcano il naso nella polvere; e gli uomini si cingono la testa di un pannolino bagnato, e si gettano boccone per terra sino a che sia passato il suo soffio micidiale. I cadaveri di que' miseri che di tal maniera periscono, sembrano vivi; ma appena tocchi si dissolvono in polvere.

Il Dottor Hare considera i tifoni, e le trombe come l'effetto di una corrente d'aria molto elettrizzata, la quale sorpassando i mezzi di scarica tra le nuvole e la terra solleva nella violenza di sua azione il peso dell'atmosfera, e l'aria circostante gettasi rapidamente nel suo voto; dimodochè una tromba che passa sopra una casa, assorbisce in alto il tetto per la subita dilatazione dell' aria in essa contenuta, nella stessa guisa che una palla viene con violenza cacciata fuori dall' archibugio per l' istantanea accensione della polvere, e formazione de' gas. Questa terribile meteora violentemente schianta, ed innalza gli oggetti, sovra cui passa, e li trasporta seco ad enormi distanze; e l'aria precipitandosi a rimpierne il voto rovescia le muraglie, e gli alberi che incontra, e lascia così profonde tracce del suo tragitto. Il Padre Beccaria fu il primo a far vedere sperimentalmente in una goccia d' acqua elettrizzata una piccola immagine di una tromba. Imperciocchè appendendo una grossa goccia d' acqua a una spranghetta attaccata alla catena elettrica, e sottoponendovi alla distanza di un pollice un bacile pieno d' acqua osservò che, quando elettrizzava la catena, la goccia si allungava e prendeva la figura di una piccola tromba, e l' acqua del ba-

cile sollevandosi alcun poco sotto l' asse della stessa tromba formava un' esile monticello: le quali cose unitamente alle scintille, che continuamente scoppiano, offrono una somigliante imagine di una tromba di mare, come può somigliare l' effetto di una cagion piccola a quello di una cagione infinitamente più grande.

Musschenbroeck ha pel primo notato le analogie, che esistono tre le aurore boreali, le nuvole elettriche o fulminanti, e le meteore chiamate dagli antichi travi, frecce, torce, capre saltanti, antri e boti. Ma dappoichè Franklin dedusse le aurore boreali dall' ineguale elettricismo dei vapori acquei che elevatisi tra i tropici e trasportati ai poli dal vento alizeo si mescolano con quelli poco elettrizzati di queste regioni, i moderni Fisici con molta attenzione studiando il loro modo d'apparizione e le circostanze che le accompagnano, arguirono che fosse la loro origine elettrica. Noi senza entrare in troppo minute disamine sulle diverse opinioni de' Fisici noteremo soltanto le principali. Mairan fece le aurore boreali di pertinenza dell' astronomia, e le attribuì all' azzuffamento dell' atmosfera solare colla terrestre. Se ciò fosse, dovrebbero solo accadere in due epoche dell' anno per essere l' atmosfera solare configurata a guisa di lancia, o di piramide Ma all' incontro l' osservazione dimostra apparire in ogni tempo e stagione. I moderni chimici ricchi d'aria le spiegarono colla infiammazione di certe specie di gas. Patrin voleva che provenissero dall'infiammazione del gas idrogeno per mezzo dell' elettricità, e Libes invece le derivava dai vapori rosseggianti dell' acido nitrico, del-

l'acido nitroso e del gas nitroso, i quali si formano nell' alto dell' atmosfera nella reunione dei gas azoto e ossigeno per la scintilla elettrica. Biot credette che si dovessero a una immensa copia di polveri metalliche scagliate dai vulcani ardenti al polo artico, e rese luminose dalle correnti elettriche. Altri dagli splendori, che negli elettrici sperimenti osservano nel vuoto pneumatico, conghietturarono che le apparenze luminose dell'aurora boreale abbiano origine da correnti elettriche per le quasi vuote altissime regioni dell' atmosfera. Faraday infine le considerò come effetti d' induzione magneto-elettrica. Ma queste spiegazioni comechè ingegnose, sono a confessione de' loro stessi autori per molti riguardi manche ed imperfette, dimodochè la genesi di questa singolare meteora è ancora involta in molta oscurità.

Assurde sono le supposizioni degli antichi su que' splendori, i quali appariscono sulle antenne delle navi nelle tempeste di mare. Aristotile e Plutarco li dissero formati da esalazioni terrestri, che elevatesi nella bassa regione dell' aria si restringono pel freddo, e sui corpi eminenti si attaccano e si accendono. Zenofonte credeva che fossero nuvolette, le quali splendono nel loro movimento. Metrodoro pretendeva, che tali splendori escissero dagli occhi di chi in tempo di burrasca mira con spavento le cime degli alberi. Ruscelli riputava che la tenebrosità del cielo acquistasse pel calore dell' aria l' apparenza del fuoco, dacchè osservò che un poco di stoppa fissata in cima a un' asta inzuppandosi d' acqua e restringendosi pel vento, prendeva talvolta in occasione di temporale il colore di una fiammella. Altri infine li

derivarono dai raggi della luna e delle stelle nell'attraversare la parte più rara di una nuvola, come avviene pei raggi del sole nel loro passaggio attraverso il vetro.

Diessi dai Greci a questi splendori il nome di Elena, o di Castore e Polluce, secondochè apparivano sulle antenne una o due fiammelle. Turinno di Cosenza li chiamò fuochi di S. Elmo sulla credenza, che fosse questo santo, o un suo messaggio, che nelle grosse tempeste ne annunziasse la cessazione e la calma. Furono anche detti dai marinai fuochi de' Santi Pietro e Nicola.

Questi splendori si possono a piacimento eccitare coll' elettricità, e basta avvicinare al conduttore della macchina elettrica in azione una punta metallica per vedere formarsi all' istante sovra di essa una stelletta di fuoco. Non è poi raro l' osservare sulle croci de' campanili tali splendori più o meno manifestamente secondo la forza elettrica delle sovrastanti nuvole tempestose.

Diconsi fuochi fatui quelle innocenti fiammelle, che nella oscurità della notte si osservano svolazzare in prossimità del suolo ne' cimiteri e nei luoghi polustri, in cui vi sono sostanze animali in putrefazione; e si denominarono appunto fuochi fatui dal loro errare irrequieto qua e là a somiglianza de' pazzi. Beccaria racconta che un viaggiatore fu per circa un miglio inseguito con suo grande spavento da una di queste meteore luminose.

Il volgo che vede svolgersi queste fiammelle là ove cadaveri si putrefanno, superstizioso crede, che siano le anime de' morti che vengono dal loro sem-

piterno soggiorno a far lume ai passeggieri. Sulla qual credenza si fecero i più strani racconti; come pure si disse che alcune anime maligne fuggono innanzi a chi le insegue, ed inseguono chi le fugge per condurgli in un precipizio o in un'acqua; e che quando giungono ad ingannare chi vogliono, fanno le più smodate risa.

Si fecero da prima provenire i fuochi fatui dal fuoco elettrico: ma dacchè si conobbe, che nella putrefazione animale si sviluppa un composto d'idrogeno e di fosforo, si derivarono con più di ragione dal gas idrogeno fosforato, il quale arde spontaneamente in contatto dell' aria con fiamma bianca e tranquilla.

Si pensò da parecchi Fisici che lo stesso attuosissimo principio, che fulmina in cielo, scuota orrendamente sotterra; e principalmente il P. Beccaria credette che i tremuoti ed i vulcani fossero originati da violento sotterraneo elettricismo, che accende lo zolfo e le sostanze bituminose, e massime i gas idrogeno e ossigeno che svolgonsi nella scomposizione dell' acqua. Infatti i paesi che abbondano di zolfo, di piriti e di bitumi, e che trovansi in vicinanza del mare, vanno più soggetti alle scosse de' tremuoti e ai vulcani; e non sono poi rari gli esempi di miniere metalliche guaste e rovesciate dai tremuoti. Matteucci li derivò da stati elettrici opposti tra la terra e il cielo, principalmente quelli che si manifestano dopo una lunga siccità. Bertholon infine nella ferma persuasione, che abbiano un' origine elettrica, propose i paratremuoti e i paravulcani, come apparecchi valevoli a far passare l'elettrico eccessivo

della terra nell' atmosfera, ed impedire di tal maniera le violente scariche, ed i forti commovimenti che ne dipendono.

CAPO DECIMOTERZO.

Gueneau di Montbeillard fu il primo a proporre i paragrandini: quindi Bertholon, e Buissart li encomiarono. Paragrandini di Lapostolle commendati principalmente da Thollard, da Beltrame, e da Orioli. Fatti in contrario. Giudicio dell'Accademia R. delle scienze di Parigi, impugnato da Orioli. Interessanti osservazioni di Arago.

Dai tempi più antichi s' immaginarono mezzi più o meno superstiziosi e bizzarri per preservarsi dal flagello dei temporali; ma dappoichè i Fisici dimostrarono essere l' elettrico la possente cagione della devastatrice gragnuola, si pensò più che mai a trovare il modo di togliere dai nugoli procellosi l' elettricità eccessiva. Questa filantropica idea pareva appoggiarsi sull'azione in distanza dei parafulmini; imperciocchè se questi valgono a spogliare tacitamente le sovrastanti nubi dell' elettricità, di cui sono cariche, e prevenire l'esplosione della folgore, era natural

si dissero prodotte da aeroliti, i quali scoppiando prima di giugnere alla superficie della terra violentemente disperdono i loro frantumi per l'aria che infuocati cadono.

Alcuni pretesero che gli aeroliti abbiano la loro origine nell'atmosfera, altri poi supposero, che siano gettati dai vulcani della luna, altri infine li considerarono come altrettanti piccoli corpi planetari, i quali circolano negli spazj obbediendo come gli altri corpi celesti alle leggi d'attrazione.

Il P. Beccaria dedusse la formazione dei bolidi e delle stelle cadenti dall'elettricità, e riferì in conferma della sua opinione il seguente fatto. Stava una sera in compagnia di un'amico seduto all'aria libera, allorchè videro con loro grande sorpresa, che una stella cadente dirigendo verso loro il suo corso aumentava in grandezza a misura che si avvicinava sino a che d'improvviso scomparve ai loro occhi. Il loro volto, le loro mani, le loro vesti, e tutti gli oggetti circostanti risplendettero di una leggiera luce e senza strepito. Presi da spavento si alzarono, ed attoniti si guardavano l'un l'altro, quando un servo venendo da un vicin'orto raccontò loro d'aver veduto un subitaneo diffuso chiarore e specialmente folgoreggiante sull'acqua che adoperava per bagnare le piante.

Uno dei più pregevoli scritti sui bolidi è certamente quello, che lesse il Prof. Vassalli-Eandi nel novembre del 1784 alla società letteraria sotto il nome di patriotica adunantesi in casa del conte Felice San Martino della Motta, e che quindi mandò per le stampe nel 1786. In esso ei dimostrò la grande analogia che esiste tra i bolidi, le stelle cadenti, l'aurore boreali e il fulmine, cui il Beccaria avea già fatto provenire

dall' elettricità; donde stabilì che i bolidi siano grandi ammassi di fluido elettrico che da una parte del cielo in eccesso passano in un'altra in difetto. Questa opinione del professore torinese fu ricevuta generalmente dai Fisici sino a che Chladni ed Howord fecero rivivere l'opinione di Hallero, cioè che i bolidi non siano altro che meteoroliti, od asteroidi. Ma il sig. Wartmann fa opportunamente osservare che nel nostro sistema planetario non circola verun corpo celeste, il quale brilla di luce sua propria, onde reputa che le stelle cadenti formino una classe di fenomeni a parte sicuramente dovuti all'elettricità. Inoltre Carlo Matteucci distingue le pietre meteoriche in ultratmosferiche, ed intratmosferiche, facendo provenire le prime dai vulcani del sole o della luna, ovvero dai piccoli asterischi, che girando a guisa di pianeti intorno alla terra s'infiammano prontamente in contatto della nostra atmosfera ed abbruciano con vivezza, e derivando le seconde dall'azione dell'elettricità sul pulviscolo atmosferico che si rende visibile quando si lascia in un luogo oscuro penetrare un raggio di luce. Crede pertanto che l'elettricità attraendo e condensando detto pulviscolo genera gli aeroliti intratmosferici, e le pietre così dette fulminee, le quali si sono osservate da tempi antichissimi cadere col fulmine.

Tra queste notabile si è quella che violentemente slanciata da una nube verso la metà del secolo decimo settimo colpì un padre Francescano di S. Maria della Pace in Milano, e all'istante lo stese morto al suolo. Fra le persone accorse per vedere il cadavere del fulminato fuvvi il canonico Manfredo-Settala, il quale preso da curiosità volle allargare l'apertura che vi avea scorto

nella coscia, e rinvenne con sua grande sorpresa e degli astanti in fondo di essa una pietra rotonda, che ei reputò causa dell'istantanea morte del monaco.

L'elettricità ha pure una gran parte nella formazione de'venti, e nella traslazione delle grandi masse d'aria da uno in altro luogo della terra, dappoichè si osservò che il barometro si deprime prima che spirano. Come ciò avvenga, fu preso in disamina, e spiegato da Filippo Watsh, il quale considerò la superficie terrestre e gli strati dell'aria soprastante come parti di un grande elettroforo o condensatore, e il barometro come una specie di elettroscopio, il quale vale ad offerirci ne' suoi moti d'innalzamento o di depressione un sicuro indizio della maggiore o minore attrazione e repulsione elettrica tra il suolo e l'atmosfera, perchè in queste alternative di azione elettrica dee parimente la pressione dell'aria variare. Quando a cagione d'esempio si eccita in un qualche luogo un'elettricità identica con quella dell'atmosfera, vi nasce subito una repulsione, e le particelle dell'aria si allontanano a vicenda tra loro, e per il rotto equilibro si produce una diminuzione di pressione; donde avvengono quegli improvvisi abbassamenti, i quali precedono ed accompagnano le tempeste. Il prof. Scott udì raccontare nelle isole Shetland che i bicchieri, i quali sono rovesciati sopra di una tavola a piano terreno, mandano suoni somiglianti a quelli prodotti sulla loro superficie esterna col taglio di un temperino, allorchè si avvicinano forti colpi di vento, onde i nativi tengono tali suoni come pronostici di tempesta, e mettono subito al sicuro le scialuppe, e tutto ciò che può ricevere danno. Ma non avendo potuto sorgere verun movimento nei

bicchieri pensò, che tali suoni fossero causati dall'elettricità. Il celebre Ritter ricevendo la commozione di una pila voltiana nelle orecchie vi percepì un distinto suono. Quindi studiando in ogni sua parte quest' osservazione parvegli riconoscere che i corpi, i quali per la compressione si elettrizzano positivamente, ed in vece negativamente per la dilatazione, svolgono in ogni oscillazione sonora un' alternamento di elettricità positiva e negativa, le quali cagionano nel riunirsi una commozione insensibile, se è sola e isolata; laddove quando sieno molte, comechè siano indiscernibili le une dalle altre, producono tutte insieme un'effetto sensibile, cioè il suono.

Ogni volta che si prepara un gran cambiamento di tempo si turba fortemente il mare, e si agitano le sue acque, si ode un fragor cupo sottomarino; sulla terra si svolgono odori fetidi e forti, e gli animali provano sensazioni insolite e moleste, ed uno spavento indefinito s'impossessa di loro; donde pare che la precipua causa, che sconvolge l'aria, sia un disquilibrio dei poteri elettrici tra la terra, e l'atmosfera.

Gli oragani e i turbini sono più comuni sotto i tropici, che nei nostri climi. Nel loro maggior impeto appariscono talvolta luminosi, e specialmente una fiamma argentea si vede da chi è chiuso in casa attraverso le fessure dei muri, e delle serrature, onde nella notte pare il cielo infuocato.

Si vuole ripetere dall' elettricità la qualità perniciosissima di certi venti di ammazzare come di un colpo di fulmine chi li respira. Il Samy-el vento velenosissimo che spira dalla metà di luglio sino alla metà di agosto sulle spiagge del golfo persico, e nel

pianure, e conseguentemente per la subita miscela delle due arie calda e fredda si forma la gragnuola.

Il prof. Orioli pubblicò nel 1826 un'ipotesi ingegnosa sulla formazione della grandine. Partì dall'osservazione che l'acqua in quiete può nel verno raffreddarsi di parecchi gradi sotto il zero senza diacciarsi, mentre che il più legger movimento la fa all' istante solidificare. Dal che dedusse, che l'acqua allo stato di vapori possa sopportare un forte abbassamento di temperatura senza agghiacciarsi, 1. perchè le molecole vaporose trovandosi discoste l'une dalle altre poco sentono la forza di coesione, che tende a unirle, 2. perchè i vapori vescicolari elettrizzati della stessa specie d'elettricità si respingono scambievolmente: la qual repulsione sino a un certo punto tien luogo di quella del calorico. Ma se da una nube già raffreddata viene a un tratto sottratta l'elettricità, essendo istantaneamente soppressa la forza repulsiva i vapori vescicolari accorrono precipitosamente verso certi punti centrali, e rapprendendosi in una sola massa formano la gragnuola, la quale varierà di grossezza giusta le diverse circostanze. Pertanto con questa ipotesi spiegò perchè mai nell'inverno per la mancanza della necessaria elettricità, non grandina e invece i vapori acquei si risolvono, e cadono in larghi fiocchi di neve.

Singolare è in fine la teoria da pochi mesi pubblicata dall'Abate Genevois sulla formazione della grandine. Dice egli che il fulmine premendo con estrema violenza l'aria e le nubi, e schiacciandole contro i gioghi e le gole delle montagne ne esprime con forza il calorico, siccome avviene nel fucile

pneumatico, e più palpabilmente per la precipitazione dell'acqua nella spugna premuta, e perciò raffredda e congela istantaneamente i vapori dell'aria, e produce la grandine. Perlochè crede che l'elettricità non contribuisca alla formazione della gragnuola se non in quanto che è la cagione del fulmine, il quale rapidamente raffredda e congela le nubi tempestose, e conseguentemente genera la grandine.

Comunque possano variare le opinioni de' Fisici circa la maniera di spiegare la grandine, convengono però nell'ammettere che l'elettricità vi contribuisca possentemente. L'elettricità, dice il dotto e benemerito Gay-Lussac, primitivamente sparsa nello spazio che è occupato dalla nuvola procellosa, non riunendosi in sottil strato che appoco appoco divien difficile nella teoria del Volta di attribuirle la formazione della grandine in masse tanto considerevoli, quanto quelle che si osservano qualche volta; ma il fenomeno è certamente connesso coll'elettricità atmosferica, e sebbene noi ignoriamo ancora tutte le circostanze, le quali ci ajuterebbero a concepirlo, non possiamo rigettare una causa, perchè ci sembra non avere una intensità proporzionata agli effetti che vogliamo spiegare.

I corpi, che trovansi alla superficie della terra, sono d'ordinario elettrizzati negativamente per attuazione dell'elettricità positiva dell'atmosfera. Questi due stati elettrici opposti della superficie terrestre e dell'aria essendo del continuo o accresciuti, o diminuiti per le variazioni di temperatura de' giorni e delle stagioni, per il diverso stato igrometrico dell'atmosfera, per le differenti fasi della vegetazione, e per

le azioni chimiche de' corpi concorrono possentemente alla formazione de' venti, de' temporali, delle pioggie e degli altri meteorici fenomeni che tutto dì avvengono nell'atmosfera.

Allamand portandosi a Motiers verso le ore dieci della sera del 3 maggio 1821, mentre imperversava un temporale, da cui vi uscivano spessi lampi e tuoni, ed avendo chiuso l'ombrello perchè temeva assai fra tanti scoppi di essere colpito dal fulmine, vide a un tratto splendere sul bordo del suo cappello una luce vivace, che ei credette da prima un vero fuoco il quale non sì tosto vi passava sopra la mano, subitamente spariva. Un'analoga luce si manifestò poco dopo sulle punte delle bacchettine del suo ombrello. Due casi consimili erano già avvenuti nel 1817. James Braid Chirurgo a Lead-hills, siccome si legge in un rapporto fatto alla società Werneriana di Edimburgo, ritornando dalla campagna verso le ore 9 della sera del 20 febbrajo 1817 ha veduto tutto a un tratto, che le orecchie del suo cavallo, e il bordo del suo cappello divennero luminosi uscendovi un numero di scintille, che tosto scomparvero al cadervi una pioggia seguita da molta neve. Narrasi pure nel secondo volume delle memorie dell' *American Accademy*, che nella notte del 17 gennajo dello stesso anno in parecchi luoghi della costa orientale degli Stati-uniti d'America, cadendo una pioggia mista con neve, e comparendovi spessi lampi senza tuono, parecchi individui, che trovavansi all'aria aperta, videro con loro grande maraviglia il bordo del cappello, le orecchie e la coda de' cavalli, i rami degli alberi, ed anche la saliva che eglino sputavano, splen-

dere di una luce vivace accompagnata da un leggier strepito somigliante a quello dell'acqua che bolle. Infine il prof. Lampadius scrive, che un giovine degno di fede ed istrutto nella Fisica gli raccontò d'avere osservato nel gennajo 1822 nel ritornar dagli alte miniere di Halsbruck presso di Freyberg che una fiamma fosforescente splendette sulle cime degli alberi che trovavansi sul cammino; e tre minatori che facevano la medesima strada, lo assicurarono, che la pioggia gelata caduta sul principio si era loro offerta luminosa.

Le sacre carte ci attestano, che Soddoma e Gomorra furono arse e distrutte da una terribil pioggia di fuoco miracolosamente caduta dal cielo. Questa tremenda catastrofe della divina giustizia non dee entrare fra i naturali meteorici fenomeni. Ma nella storia dell'accademia R. delle scienze di Parigi si legge, che a dì 17 di marzo 1695 cadde a Chastilon una pioggia rossa molto rassomigliante al color del sangue, come pure è scritto nella storia dell'aria dell'abate Richard che nel novembre del 1741 vomitò una nube sopra la città di Almeria nel regno di Granata in Ispagna una sì disastrosa pioggia di scintille di fuoco, che empiè di spavento quella popolazione, ed abbruciò parecchie navi ancorate nel porto, e mise a fuoco e a fiamme le vicine campagne. A dì 13 di novembre 1755 essendo estremamente rosso il cielo caddero piogge rosse in diversi paesi. Nel 1792 cadde nella Città di Paz nel Perù per tre giorni una pioggia di cenere, e nel 1819 a Montreal negli Stati Uniti caddero piogge e nevi annerite e accompagnate da scosse, da detonazioni, e da ignee apparizioni. Queste pioggie

cosa il presupporre, che una serie di somiglianti apparecchi convenientemente disposti sulla superficie della terra valesse ad assorbire l'elettricità a misura che formasi nell'atmosfera in guisa che non potessero più effettuarsi forti disquilibri elettrici, e fosse così impedita la formazione della grandine. Questi erano i pensieri de' Fisici; questi erano i voti delle popolazioni.

Il primo, che concepì e propose i paragrandini come valevoli a preservare le campagne dal flagello della gragnuola, fu il sig. Gueneau de Montbeillard, il quale in una memoria che lesse nel 1776 all' accademia di Disou, dimostrò concorrere possentemente l' elettrico alla formazione della grandine, e che perciò i paragrandini assorbendo del continuo l' elettricità dai nugoli, dovessero impedire i temporali. Questa opinione fu con entusiasmo abbracciata e sostenuta da Bertholon, il quale, nella sua erudita opera sull'elettricità delle meteore, commenda grandemente i paragrandini e la loro virtù preservativa. Sostenitori dei paragrandini furono in quell' età tra gli altri i signori Morveau, e Buissart; ma non essendo quindi stata la loro virtù confermata da alcuna ricerca teorica o sperimentale passarono inapprezzati per molti anni; allorchè nel 1820 Lapostolle di Amiens cercò di metterli nuovamente in voga dimostrando la loro pratica utilità, come si può leggere nel suo trattato sui parafulmini e sui paragrandini.

I paragrandini, scrive Lapostolle, consistono in una pertica terminata in punta, a cui si attacca una corda di paglia di frumento o di segala del diametro di quindici linee, la quale va ad immergersi nel suolo. Collocate queste pertiche in cima agli al-

beri, o sopra luoghi eminenti inservono come paragrandini, e poste sulle abitazioni tengono luogo di parafulmini.

Proposti pertanto i paragrandini come una grande novità, trovarono subito chi ne fece i più sperticati elogi concitando con gli scritti e colla voce i governi, e i popoli a porli in esecuzione, e magnificandone l'utilità, che ne sarebbe tornata all' agricoltura, e all' uman genere.

Il sig. Thollard professore di Fisica a Tarbes fu uno dei primi a preconizzare i paragrandini, e pervenne nel 1821 a far munire di questi apparecchi diversi comuni del Dipartimento degli alti Pirenei. Nel 1822 ne fece un rapporto alla società Linneana di Parigi. Vuole che la pertica sia lunga sette metri, e termini in una punta di ottone, e che siavi nella corda di paglia intrecciata una cordicella di lino crudo per renderla più conduttrice. Nell' anno vegnente mandò alla detta società Linneana un' altro rapporto con una carta descrittiva del Dipartimento del Nord-est degli alti Pirenei. Fra le altre cose afferma, che i temporali, comechè minacciassero, non fecero mai danno ai poderi armati degli apparecchi preservatori; mentre che i campi all' intorno furono terribilmente percossi dalla gragnuola. Questi due rapporti essendo stati letti dal prevosto Beltrame lo invogliarono grandemente a rendere in Lombardia nota l'utilità di un sì prezioso trovato; e in una memoria o specie di predica stampata in Milano nel 1833 sui paragrandini del sig. Tholard fece conoscere ai contadini e proprietari il novo curiosissimo mezzo di convertire la grandine in benefica pioggia. Quindi nel

1824 stampò in difesa dei paragrandini un' altro scritto, in cui raccolse tuttociò che ha relazione con questi elettrici apparecchi. Instituì parecchie sperienze elettriche nel liceo di Lodi ed in Milano, dalle quali parvegli dimostrata la virtù della paglia di assorbire tacitamente, senza scintilla, ed esplosione l'elettricità dalle boccie di Leyden e dai conduttori elettrici. Cercò eziandio di confutare i varii scritti pubblicati contro i paragrandini, e principalmente la lettera, che Alessandro Volta scrisse da Como il 9 luglio 1823 al redattore dell'Antologia e la memoria che il Dottor Basevi di Livorno lesse a dì 8 maggio dello stesso anno 1823 all' I. e R. Accademia de' Georgofili, e nella quale dimostrò sperimentalmente che la paglia era meno conduttrice dei metalli, e che grandinò sui monti di Brianza e di Lecco malgrado gli apparecchi preservatori.

Il professore Crioli in due discorsi da lui letti nel 1824-25 alla Società Agraria di Bologna fece più che mai rivivere in Italia le idee del Farmacista Lapostolle, rendendo noti i principj, sui quali fondasi la costruzione dei paragrandini. Fu però d'opinione, che si munissero di una punta metallica, e che alla corda di paglia si surrogasse un conduttore metallico. Dietro l' autorità del suo nome e le calde istanze del Barone Crud vennero munite di questi elettrici apparecchi le vaste pianure del Bolognese, il cui esempio fu tostamente seguito in Lombardia. I primi sperimenti sembravano favorire le concepute speranze, e come tali furono comunicate dal prof. Chavannes di Losanna nel mese di decembre del 1824 alla società delle scienze naturali del cantone di Vaud. In se-

guito alle sue raccomandazioni si armarono di paragrandini i vignetti situati sulle sponde del lago Leman; ma per mala ventura cadendo su loro la grandine nella notte del 23 luglio 1625 si calmò subito l'ardore, con cui gli agricoltori aveano dapprima favorito una tale novità sulla speranza di sperimentarne l'influenza benefica, siccome veniva loro assicurata dai Fisici.

Lapostolle persuaso che la paglia fosse realmente più conduttrice dei metalli andava dicendo, che i poderi di Vaud furono battuti dalla grandine, perchè si usarono paragrandini muniti di punte metalliche, e di un filo di ferro; e fossero stati così ridotti in parafulmini. Ma quanto valga l'asserzione di Lapostolle, lo sanno gli abitanti di Spaichingen, i cui terreni armati di paragrandini senza punta di metallo, e con corde di paglia, sono stati nel 1826 percossi per due volte dalla grandine.

Dittmar dall' osservazione, che i temporali sogliono seguire le catene de'monti, e il corso de' fiumi, pensò che si dovesse stabilire una linea di paragrandini dal luogo, in cui si formano le nubi grandinose, sin dove si vogliono farle scaricare. Buch sulla persuasione, che i temporali si formino d'ordinario ne' luoghi incolti, voleva che si coprissero di piantagioni. Parrot propose di gettare verso le nubi bombe o razzi, e il prof. Elice invece suggerì d'innalzare cervi volanti, ovvero palloni areostatici muniti di conduttori metallici. Vi fu pure chi disse essere bene di scuotere le nubi collo sparo de' cannoni, o col suono delle campane; altri all'incontro pensarono che si dovesse richiamare alla terra l'elettricità col

mezzo di forti evaporazioni, o di grandi fuochi. Infine Prechtel pretese che convenevol fosse di isolare le nuvole elettriche dalla terra col mezzo di grandi correnti di fumo.

Intanto qualunque sia la sostanza usata, e la forma, che le si diede, i paragrandini furono dagli uni estremamente lodati e dagli altri biasimati. La Reale Accademia delle scienze di Parigi richiesta del suo parere dal Ministro dell' interno, dopo di avere maturamente esaminata la quistione riprovò la innovazione di Lapostolle nel commendare la corda di paglia come più conduttrice, e più attiva del filo di metallo; e circa all' utilità pratica si astenne dal pronunziare difinitivamente per mancanza d' osservazioni e di fatti che ne dirigessero il giudizio. Notabili sono le parole che fece al Ministro degli interni per bocca del sig. Fresnel. « La sezione di Fisica crede di dover rispondere che la teoria elettrica della grandine non è con sufficiente solidità stabilita: che l' efficacia dei paragrandini le pare troppo incerta, perchè si possa consigliarne l' impiego: che gli esperimenti tentati sino al presente non hanno ancora dato alcun risultamento positivo: finalmente che per decidere la quistione bisognerebbe molto tempo e una spesa sproporzionata alla probabilità del successo. »

Comechè prudente sia paruta a molti questa decisione, e addatta alla natura della quistione, sorse chi ne impugnò tutte quattro le proposizioni. Infatti il prof. Orioli, uno dei più caldi promotori dei paragrandini oppose, che la prima proposizione non era nè chiara, nè precisa: che inchiudeva la seconda una manifesta

contraddizione, perchè la stessa Accademia avea alcuni anni prima asserito nella famosa istruzione teorico-pratica sui parafulmini pubblicata per ordine dello stesso Ministero, e sottoscritta dallo stesso Fresnel: *è permesso di credere che siffatti parafulmini multiplicati sulla superficie della Francia preverrebbero in realtà la formazione della gragnuola*: che la terza è insussistente, perchè se gli sperimenti non aveano ancora dato alcun positivo risultamento, v'era una ragione di più per venire all'esperienza e per dire al Ministro che era degno della Francia l'istituire una gran pruova, e dimostrare così l'efficacia o l'inefficacia dei paragrandini: che infine la difficoltà del tempo e della spesa non dovea spaventare quel dotto consesso a proporne una definitiva pruova: conciossiachè uffizio di un gran corpo scientifico è non solo di decidere ciò che è vero o falso, ma anche di promovere nei dubbii le necessarie indagini per escire d'incertezza; e quest'uffizio appartiene principalmente all'accademia di Parigi, a cui il mondo è avvezzo a ricorrere nei casi dubbii.

Il celebre Arago, veduta l'insufficienza della teorica del Volta, sulla quale fondasi specialmente la costruzione dei paragrandini, si fece a dimostrare, che nel sistema del professore di Pavia sono i paragrandini, anzichè utili, nocivi. « Quando un temporale di già formato nelle montagne, sono sue parole, è trasportato dai venti verso la pianura, non è al di sopra de' paragrandini (se questi apparecchi hanno una qualche azione) che si potrebbono operare notevoli modificazioni nelle forze elettriche, le quali coll'imprimere movimenti verticali d'oscillazioni alla

gragnuola l'hanno sin'allora sostenuta nell'atmosfera? Dovrebbe dunque su questi apparecchi cadere di preferenza la grandine. Queste riflessioni non sono state accolte: i nostri vignetti, quelli della Savoja, del Cantone di Vaud, di una parte d'Italia, alcuni situati nel recinto stesso di Parigi si coprono di lunghe pertiche verticali stabilite a grandi spese. I più sagaci pongono in cima alla pertica una punta acuta di rame, e la mettono in comunicazione col suolo umido mediante un filo metallico; altri conservano la punta e sopprimono il conduttore, altri infine per economia s'accontentano di un nudo palo: non ostante queste differenze essenziali l'apparecchio riuscì felicemente in ogni luogo; giammai, assicurano, un campo difeso da questi apparecchi è stato guasto dalla grandine. Dite ai sostenitori delle pertiche senza armatura, che un'albero vivente dee essere più efficace che un palo, perchè si eleva di più nell'atmosfera, e che ciò non pertanto grandina nei paesi più ricchi di piantagioni; fate riflettere agli altri, che una punta di rame non conferisce punto alcuna proprietà particolare alla pertica, sovra cui sporge, quando manca il filo conduttore; indirizzatevi infine a quelli che costruiscono l'apparecchio con maggior diligenza; spiegate loro che se si potesse credere all'efficacia de' paragrandini sarebbe alla sola condizione che coprissero una grande estensione di paese; che sarebbe un'assurdità il pretendere di guarantire un campo, un vignetto con alcune pertiche, allorchè i vignetti e i campi vicini non ne racchiudessero; che d'altra parte l'esperienza ha dimostrato grandinare sovente nell'interno delle città, in mezzo

ai parafulmini, sovra questi apparecchi stessi: tutti questi ragionamenti saranno vani, tanto si è facile a credere vero ciò che si desidera vivamente. »

Inoltre il sig. Arago facendo riflessione che gli agricoltori sono pressochè disinteressati nella quistione de' paragrandini, perchè dispendiose ne sono le sperienze, e perchè trovano nelle assicuranze mutue o a prezzo fisso un preservativo più sicuro contro i danni della grandine, commenda assai questi stabilimenti pel loro utile scopo, e crede, che le società d' agricoltura dovrebbero acquistarsi nuovi diritti alla confidenza pubblica col promuoverli e favorirli invece di domandare alle autorità sperimenti in grande, per la ragione che le speranze di riuscita sono poche, e non giustificano la spesa, che si dovrebbe fare per l'erezione di questi apparecchi; e poi la loro efficacia è teoricamente dedotta da una semplice spiegazione poco ammissibile, il cui stesso autore solennemente pronunziò contro di essi.

Savie e per molti riguardi commendevoli sono le osservazioni del dotto Arago. Tuttavía alcuno osservò che di questa maniera la quistione non sarebbe definita, ma troncata; conciossiachè se si ha nelle società d' assicurazione un compenso nel danno individuale dei proprietari, non si ripara con ciò al danno che la società ne viene a provare nella distruzione dei prodotti; al che tenderebbe la costruzione dei paragrandini: e forse anche verrà tempo, in cui un qualche bel ingegno richiamando con nuove sperienze l' attenzione del pubblico verso i paragrandini, ritorneremo là, donde partimmo.

CAPO DECIMOQUARTO.

Opinioni di Wilson, Beccaria, Becquerel, De la Rive, Canton e Gay-Lussac sull' origine dell' elettricità atmosferica. Volta dedusse l' elettricità positiva dell' aria dall' evaporazione dell' acqua. Pouillet la derivò dal cangiamento di stato de' corpi con azion chimica; belle sono le sperienze, che fece sull' elettricità della vegetazione, e delle scomposizioni chimiche. Barlocci considerò il sole come la fonte dell' elettricità atmosferica. Osservazioni di Matteucci sull' influenza dell' elettricità terrestre nei temporali. Belli spiegò l' elettricità negativa delle cascate d' acqua e dei conduttori acuti per induzione dell' elettricità positiva dell' atmosfera.

Riconosciuta la parte attiva, che prende l' elettricità nella produzione de' meteorici fenomeni, si cercò dai Fisici di determinare, donde tragga origine l' elettricità atmosferica, e quali ne sieno le precipue cause dell' eccitamento. Si proposero diverse ipotesi. Gli uni dissero, che si esali dalla terra, e s' innalzi nell' atmosfera insieme alle materie che svolgonsi nella fermentazione; altri sostennero in vece che si ecciti per lo strofinio dell' aria contro i corpi terrestri, ed anche contro se stessa; fuvvi pure chi derivolla dall' attritto reciproco dei vapori e dell' aria.

Wilson opinò che l' elettricità atmosferica provenisse dai cangiamenti di temperatura, che hanno del continuo luogo fra i diversi strati dell' atmosfera. Beccaria credeva che il calore contribuisse assai alla formazione del tuono, del lampo e della pioggia. Anzi Canton conghietturò, che l' aria atmosferica possedesse come la tormalina la facoltà d' elettrizzarsi per aumento o per diminuzione di temperatura così che i poteri elettrici positivi e negativi ne suoi differenti strati fossero causati effettivamente dalle variazioni di temperatura che in essa avvengono. Questa opinione sembra venire confermata dalle sperienze fatte dal sig. Colladon sull' elettricità dell' atmosfera col mezzo del suo moltiplicatore. Imperciocchè osservò, che le nubi alle loro estremità sono quasi sempre cariche d'elettricità contraria nella maniera stessa in cui si distribuisce l' elettricità sopra una lamina che si scalda per una delle sue estremità

Gay-Lussac credendo che l' elettrico sia universalmente sparso nell' atmosfera, e che una nube procellosa contenga la stessa quantità di elettrico che è proprio dell' aria, di cui occupa lo spazio, fece dipendere l' elettricità atmosferica da una specie di processo galvanico, o di contatto dimodochè il vapore elastico nel condensarsi in vapore vescicolare porterà seco l' elettricità dello spazio prima occupato, e conseguentemente l' intensità elettrica crescerà coll' addensamento delle vescichette cave.

Per non dilungarci di soverchio nella disamina delle tante ipotesi in diversi tempi proposte dai Fisici per spiegare l' origine dell' elettricità dell' aria si limiteremo a quelle di Volta, Pouillet, e

Barlocci, perchè si appoggiano sopra prove sperimentali.

Trovandosi il Volta nel 1780 in Parigi instituì parecchie sperienze sull'evaporazione dell'acqua, sulla combustione del carbone, e sopra differenti combinazioni de' corpi, donde riconobbe prodursi un'elettricità sensibile nel suo elettrometro condensatore. Conciossiachè tra gli altri sperimenti evaporando dell'acqua entro un vaso, scoperse che si manifestavano nell'elettrometro condensatore indizi visibili d'elettricità negativa. Perlochè dedusse che il cangiamento di stato de' corpi, e segnatamente l'evaporazione dell'acqua sui continenti e dalla superficie de' mari fosse la possente cagione dell'elettricità atmosferica, e che l'acqua passando dallo stato di liquidità a quello di vapore elastico assorbisse il fluido elettrico, il quale torna a manifestarsi, allorchè si condensano i vapori, e portasi nuovamente al suolo nelle scariche fulminee, colla grandine, colla neve e colla pioggia. Sorse poi tra i Fisici questione se la scoperta dell'elettricità de' vapori debbasi al Volta, ovvero ai signori Lavoisier e Laplace, i quali nell'ultima linea della loro memoria sull'elettricità dell'evaporazione dell'acqua e della combinazione dell'acido solforico colla limatura di ferro scrissero: «Volta volle bene assistere alle nostre sperienze ed esserci utile.» Ma comunque sia la cosa, quando si rifletta che gli stromenti impiegati sono del Volta: che egli avea ideato queste sperienze sin dal 1778, e le avea poste in esecuzione a Parigi nel marzo del 1780 alla presenza di alcuni membri dell'accademia delle scienze, pare che, senza detrarre a quanto abbiamo in questa parte fatto La-

voisier e Laplace, debbasi meritamente considerare il Volta come lo scopritore dell' elettricità dei vapori.

Il sig. Pouillet uno dei più belli ingegni che di presente onorano le scienze fisiche in Francia, fece sperimentalmente vedere, che il semplice cangiamento di stato de' corpi senza chimica azione non produce mai elettricità; e colle sue sperienze volle abbattere l' opinione del Volta seguitata universalmente dai dotti. Ma ben esaminata la cosa, pare sia lecito l' osservare, che il Fisico d' Italia non disse già che l' elettricità atmosferica provenga dall' evaporazione scompagnata da ogni chimica azione; anzi le sue sperienze sull' elettricità, che si svolge nella combustione, e nelle combinazioni de' corpi, dimostrano chiaramente aver egli avuto la prima idea dell'elettricità, che si produce nelle azioni chimiche.

Il chiarissimo Professore Antonio Giobert di sempre onorata memoria per chi ebbe la fortuna di udire le sue belle lezioni di chimica, e il benemerito sig. Cavaliere Vittorio Michelotti Professore di Chimica Farmaceutica in Torino e Capo del Protomedicato istituirono nel 1824 parecchie ingegnose sperienze sull' elettricità che svolgesi nella combustione dell' idrogeno nel platino spugnoso. Doëbereiner che ne fu lo scopritore, derivò una tale facoltà del platino dall' elettricità galvanica, che proviene dall' idrogeno, il quale fa le veci dello zinco, in contatto col platino. Ma i prelodati professori volendo ciò determinare, collocarono sopra il piattellino di un sensibilissimo elettroscopio carico a cagion d' esempio d' elettricità vitrea una quantità di platino spugnoso, e osservarono che, infuocandosi il platino pel passaggio

dell' idrogeno, le pagliuole convergevano, mentre divergevano ognora più, allorchè l'elettroscopio era carico d' elettricità resinosa. Osservarono quindi, che diventando il platino incandescente ed infiammandosi l' idrogeno l' elettroscopio, comunque fosse elettrizzato, scaricavasi, nè dava più segno d'elettricità. Le quali cose spiegavano col dire, che il platino infuocato desse luogo a una quantità d' elettricità resinosa, la quale rendesi manifesta nell'elettroscopio, e che invece fosse liberamente tradotta dal vapore acqueo che formasi nella combustione dell'idrogeno, allorchè il platino è incandescente. Anche i prof. Configliacchi e Brugnatelli riconobbero nello stesso anno, che nel momento, in cui l' idrogeno incontra il platino, si forma una corrente elettrica non solamente sensibile al galvanometro moltiplicatore, ma anche all' elettrometro condensatore. Videro pure, che coll'infuocamento del platino scemavano i segni elettrici sino a scomparire affatto, allorchè diventava incandescente. Queste osservazioni, se fossero state ben studiate, avrebbono fatto scoprire che nelle combinazioni dei gas si producono sempre le due elettricità vitrea e resinosa; ma la gloria di questa scoperta debbesi a Pouillet, che la rendette pochi mesi dopo dimostrata.

Pouillet tocco dalle contraddizioni che vi esistevano tra i risultati ottenuti dal Volta, Lavoisier e Laplace, e quelli dedotti dai signori Saussure e Davy nella combustione del carbone, volle ripetere le medesime sperienze ed ebbe ora l'elettricità positiva, ora la negativa, e tal altra fiata niun' elettricità, donde conchiuse, che nella combustione v' avesse sempre luogo un disquilibrio elettrico, comechè talvolta non si

facesse sensibile. Infatti separando con somma diligenza le due elettricità nell'atto, in cui si formano, venne a riconoscere quale sia l'elettricità propria del carbone e quella spettante al gas acido carbonico.

Dando fuoco al centro della parte superiore di un cilindro di carbone a basi piane collocato sopra il piatto di un condensatore, l'acido carbonico appena formato andava a toccare un'altra lamina d'ottone posta in comunicazione con un secondo condensatore; e di tal maniera scoperse, che l'elettricità del carbone era negativa, e che invece era positiva quella del gas acido carbonico. Se poi la combustione avea luogo su tutta la superficie superiore, o sulle superficie laterali non manifestavasi nel condensatore veruna elettricità; perchè l'acido carbonico in contatto con una estesa superficie del carbone contrariamente elettrizzato cede la sua elettricità dimodochè le due elettricità si ricompongono nell'istante stesso che si formano. Dal che si comprende perchè i sovra lodati Fisici operando in recipienti di metallo abbiano ottenuti risultamenti diversi ed opposti.

Volta suppose che il carbone nel passare dallo stato solido a quello di gas assorbisse dalle parti, che rimanevano, l'elettrico; mentre che Pouillet lo dedusse da un'azione chimica. Infatti si produce anche nella combustione del idrogeno coll'ossigeno, in cui non ha luogo verun cangiamento di stato.

Pouillet avea da principio ottenuto, come nella combustione del carbone, risultamenti contradditorj; ma ha riconosciuto ben tosto prodursi queste variazioni dagli oggetti circostanti, che v'influiscono assai. Ma per togliere ogni influenza delle cause estranee fece passa-

re l'idrogeno in un tubo di vetro, e traducendo sull' elettrometro condensatore l' elettricità della fiamma mediante un filo di platino contorto in spirale trovò che distando le circonvoluzioni delle spire di dieci millimetri dalla fiamma apparisce l'elettricità vitrea, la quale fassi più energica a misura che diminuisce la distanza. Ma i segni s'indeboliscono ed anche si annullano, allorchè la spirale s'immerge nella fiamma; e se è posta nel centro di essa si manifesta l'elettricità resinosa. Quindi facendo passare l'idrogeno in un tubo di metallo isolato in comunicazione coll' elettrometro-condensatore, scoperse che prendeva l' elettricità resinosa. Analoghi risultamenti ottenne colla fiamma dell' alcol, dell'etere, della cera, dell'olio, del grasso e di altre sostanze combustibili. Dalle quali sperienze concluse, che il comburente ossigeno genera l'elettricità vitrea, la quale si comunica agli strati vicini dell'aria resa conduttrice pel calore; e che invece il corpo combustibile svolge l'elettricità resinosa, la quale si propaga alle parti contigue. Quando poi si separano il comburente e il combustibile, manifestano elettricità opposte a quelle che ebbero luogo nella loro combinazione.

Queste cose premesse, considerò la vegetazione, come una delle principue cause dell'elettricità atmosferica. Le sperienze di Priestley, di Ingenouz, di Jennebier, e di Saussure le quali dimostravano che le piante esalano dell' acido carbonico e dell'ossigeno, parevano vie più confermarlo in tale idea, allorchè instituendo nel mese di marzo del 1825 una serie d'esperienze si convinse compiutamente essere la vegetazione una causa possente d' elettricità atmosferica. Prima

però di parlare degli sperimenti di Pouillet deggio premettere, che il sig. Ferdinando Elice di Genova ha fin dal 1810 in parecchie sperienze che instituì nel mese di maggio, riconosciuto che le piante di menta piperita molto vegete davano, esposte al sole, un' elettricità sensibile anche nel elettrometro di Bennet, ed usando le rane preparate alla maniera di Galvani vi produsse di tal maniera manifeste convulsioni; onde suppose esistervi ne' vegetabili un elettricità debolissima eccitata dalle forze vitali.

Pouillet ponendo dodici vasi di vetro su di una tavola inverniciata di gomma lacca, e riempiutili di terra li riunì insieme mediante un filo di metallo che comunicava con un sensibilissimo elettrometro-condensatore. Vi seminò del frumento; e cominciando nel terzo giorno a spuntare fuori dalla terra si manifestò nelle pagliuole una sensibile divergenza. Ma la vegetazione proseguendo attivameute per otto giorni osservò nell'elettrometro alle differenti ore del giorno manifesti segni d'elettricità, la quale essendo resinosa indicava che quella dei gas sviluppatisi dai germi era vitrea. Ripetendo quindi queste sperienze in tempo secco e sereno ebbe sempre eguali risultamenti. Ma ogni sintomo elettrico scompariva nel elettrometro-condensatore ogni volta che vi entrava dell'umidità nel suo laboratorio.

« Risulta, dic'egli, che l'azione dei vegetabili sull' ossigeno dell' aria è una delle più continue e più possenti cause dell' elettricità atmosferica, e che se si considera, che un grammo di carbone puro passando allo stato di gas acido carbonico sprigiona tant' elettricità per caricare una bottiglia di

Leyden; e d'altra parte che il carbone impegnato nella costituzione dei vegetabili non dà meno elettricità, che il carbone che brucia liberamente, si può concludere, come tendono le mie sperienze dirette a comprovare, che sopra una superficie di vegetazione di 100 metri quadrati si produce in un giorno più elettricità vitrea, che non abbisognerebbe per caricare la più forte batteria elettrica. »

Esaminò quindi se le scomposizioni chimiche ne' naturali fenomeni siano una causa d'elettricità atmosferica. Si servì di un crogiuolo di platino a grosse pareti, cui collocò sopra un disco d'ottone in comunicazione col condensatore; e fece le tre seguenti serie d'esperienze.

Nella prima serie riconobbe che l'acqua pura, gl' acidi acetico, solforico, nitrico purissimi nella loro evaporazione per un'alta temperatura non sprigionano alcuna sensibile elettricità, dimodochè concluse, che il semplice cangiamento di stato non produce ne' corpi niun segno d'elettricità.

Nella seconda serie usando soluzioni deboli o concentrate d'alcali solidi, quali sarebbono la stronziana, la potassa, la soda e la calce, trovò che si manifestava nelle dissoluzioni un'elettricità assai intensa e proporzionata alla rapidità dell'evaporazione, e che essendo vitrea, doveva quella dei vapori essere resinosa.

Nella terza serie vide che usando l'ammoniaca, la quale si disperde prontamente, elevavasi coi vapori ammoniacali l'elettricità resinosa, rimanendo la vitrea nell'apparecchio. Vide pure che si elevava col vapore acqueo l'elettricità vitrea nelle dissoluzioni deboli o concentrate dei gas, degli acidi, e dei sali.

Sostituì quindi al crogiuolo di platino uno di ferro, e riscaldatolo come nelle antecedenti sperienze osservò, che le gocce d'acqua stillata, che v'introduceva, prendevano la forma globare evaporandosi lentamente, e che nell'ossidazione del ferro manifestavasi nell' apparecchio l'elettricità negativa. Impiegando quindi diverse dissoluzioni osservò che, se l'acqua prevaleva, manifestavasi nel crogiuolo l'elettricità negativa, ed all' incontro la vitrea, se essendo la dissoluzione molto concentrata vi dominava l' alcali.

Infine col mezzo delle grandi lenti del sig. Fresnel concentrò il calore dei raggi solari e scompose parecchi corpi solidi, come sarebbero gli ossidi e i sali, e trovò che si svolgevano di tal maniera i due opposti poteri elettrici come nelle dissoluzioni. Queste elettricità non le derivò dal mutuo contatto delle molecole, perchè lo stato elettrico che si produce nella loro separazione, diversifica da quello che ha luogo nella loro combinazione. Già tre anni prima avea il sig. Becquerel annunziato, che nelle azioni chimiche e segnatamente nella combinazione degli acidi cogli alcali, gli effetti elettrici sono inversi a quelli, che succedono per il semplice contatto.

« Di tutti i sali, cui sottoposi all'esperienza, dice Pouillet, si suppone bene, che l'idroclorato di soda è quello che è stato da me con più di attenzione esaminato a cagione dell'analogia, che dee esistere tra i risultamenti, che offre, e i fenomeni che si producono alla superficie delle acque sopra una scala incomparabilmente più grande: ora una sola goccia di una debole dissoluzione di sale comune dando per la sua evaporazione segni elettrici marcatissimi, non

v' ha dubbio, che sulla vasta estensione de' mari la separazione chimica, che si opera per l'evaporazione, non sia una sorgente continua d'elettricità. »

« In generale le acque che imbevono le piante, e quelle che umettano la superficie del suolo, portando sempre in dissoluzione alcune sostanze estranee, cui abbandonano per l'evaporazione, fanno sì che sulla terra non accada mai evaporazione senza che siavi in pari tempo separazione chimica, e perciò produzione d'elettricità. Così tutti i vapori e tutti i gas che si formano alla superficie della terra, e che si elevano nell'atmosfera, si costituiscono in stato elettrico al momento della loro formazione, ed elevandosi si spandono e disseminano nella massa atmosferica l'elettricità, di cui sono carichi.»

Augusto De La Rive nel suo saggio istorico sull' elettricità crede che la vegetazione e le azioni chimiche alla superficie della terra producano sì poca elettricità, e di natura così variabile da non potersi in verun modo attribuire tutta l'elettricità positiva dell'atmosfera, che dapprima studiata dal P. Beccaria fu poi pienamente comprovata dal chiarissimo Arago, a cui la Metereologia e la Fisica vanno debitrici di molte utili osservazioni e scoperte. Imperciocchè avendo fatto disporre nell'osservatorio di Parigi un'adatto apparecchio elettrico potè riconoscere che positiva era sempre l'elettricità dell'aria, e che l' intensità era massima tra le sette e le ore otto del mattino, e minima tra una e le due ore. Schubler studiò l'influenza che hanno su gli effetti elettrici dell'aria la temperatura, la direzione de' venti, e la caduta della pioggia. De la Rive osservando che l'evaporazione cessa

pressochè nell'inverno mentrechè l'atmosfera è molto carica d'elettricità, derivò questo stato elettrico positivo dell'aria da un'ineguale distribuzione delle temperie dell'atmosfera. Becquerel infine fece un'applicazione ingegnosa degli effetti elettrici prodotti nel riscaldamento de' corpi ai varj fenomeni meteorologici. Considera a cagione d'esempio una porzione d'atmosfera ad una data temperatura ed in equilibrio elettrico; se una corrente d'aria fredda la invade, la penetra, e la raffredda, l'una prende l'elettricità negativa, e l'altra l'elettricità positiva. Essendo il loro contatto di breve durata per la velocità della corrente, ambedue le masse aeree ritengono l'elettricità conceputa in guisa che i vapori, che si raffreddano e si condensano, quelli dell'aria più calda s'impossessano dell'elettricità negativa, e quelli della corrente più fredda prendono l'elettricità positiva; e di questa maniera si formano nello stesso tempo due nubi cariche d'elettricità contraria.

Saverio Barlocci professore di Fisica nell'Archiginnasio romano in una memoria pubblicata nel giornale arcadico pel mese di giugno 1830 considerò il sole come la fonte immediata dell'elettricità terrestre ed atmosferica. La bella scoperta di Morichini sul magnetismo della luce, e gl'ingegnosi sperimenti di Watt sui moti oscillatori della bussola solare gli aveano fatto supporre, che una stretta analogia vi esistesse tra la luce e il magnetismo, il calore e l'elettricità.

Nelle sue varie ricerche sull' elettricità dei raggi del sole riconobbe che una rana convenientemente preparata si contrae allorchè è esposta al sole e non mai all'ombra; e che di due macchine elettriche, di

cui una sia posta all'azione solare e l'altra all'ombra, produce la prima effetti elettrici di un'intensità doppia della seconda; e che l'elettrico segnato dall'elettrometro atmosferico del Volta va crescendo dal levare del sole sino al mezzodì per scemar quindi sino al tramonto. Per lo che dedusse « che il potere elettrico risieda nella luce e che il sole sia l'inesausta sorgente d'elettricismo che per raggiamento si diffonde e si dissemina sul nostro globo, come per tutto il planetario sistema, e che poi per mezzo dell'evaporazione secondo i principii del nostro Volta, non esclusa l'azion chimica per quel che le spetta, vien ripartito e distribuito per l'atmosfera per ivi concorrere sotto i diversi aspetti, e sotto diverse forme alla produzione dei fenomeni meteorologici. »

Carlo Matteucci di Forlì in un suo discorso intorno all'influenza dell'elettricità terrestre sui temporali indica una nuova causa sfuggita alle investigazioni de' Fisici, e che certamente esercita una decisa influenza nella formazione dei temporali, quale è lo stato elettrico, in cui si costituiscono nella state alcuni punti della superficie terrestre tanto per l'evaporazione, che per le azioni chimiche, le quali hanno luogo nell'interiore del suolo. Ma riflettendo che quest'elettricità non si disperde sì facilmente per la secchezza e coibenza del terreno, credette verisimil cosa, che questo stato elettrico agisca in distanza sui vapori dell'atmosfera attirandoli, unendoli e condensandoli in nuvole procellose, e così cooperi attivamente alla formazione dei temporali. Considerò pure questo stato elettrico del suolo come la causa de'frequenti lampi che osservansi in cielo nelle notti serene d'estate, e

de' tremuoti che hanno principalmente luogo dopo una lunga siccità.

Il prof. Belli indagò, quale mai sia la causa che durante le pioggie e i temporali genera sovente nell'atmosfera uno stato elettrico negativo; e dopo ripetute esamine parvegli di poter stabilire, che lo strato d'aria prossimo al suolo, e i nugoli bassi siano elettrizzati in meno per induzioue dell'elettricità positiva dell'atmosfera, e delle nubi superiori. Imperciocchè è per induzione che si elettrizzano in meno i corpi conduttori elevati e aguzzati, e massime le estremità degli alberi, e delle erbe; ed essendo sottratto continuamente dall'aria contigua il fluido naturale si forma in prossimità del suolo un grosso strato d'aria elettrizzato negativamente: la qual aria per lo riscaldamento del sole innalzandosi nell'estate in grandi masse si raffredda, e lascia precipitare i vapori, che contiene, ed in questa maniera hanno luogo i nuvoli o cumuli che si osservano carichi d'elettricità negativa. Ecco come accade che nei temporali le nubi sieno le une elettrizzate in più e le altre in meno.

Ma non solamente la sommità dei conduttori si elettrizzano in meno per induzione dell'elettricità positiva atmosferica, ma eziandio si elettrizzano le masse d'acqua, che si precipitano dalle rupi e che formano le cascate. Già il prof. Tralles in un suo viaggio sulle alpi aveva notato, che le cascate naturali d'acqua offerivano l'elettricità negativa sull'elettrometro atmosferico da tasca provveduto di un piccolo parapioggia secondo il metodo di Saussure. Volta rendette poi dimostrato, che le grandi ca-

scate d'acqua, i ruscelletti che precipitosamente cadendo dagli scogli formano gorghi ribollenti e rivolgentisi in onde spumose, le cateratte delle rogge d'irrigazione chiamate dai Lombardi *travacche*, ed anche i getti salienti delle fontane artificiali danno l'elettricità negativa all'elettroscopio condensatore munito in cima della verghetta di uno zolfanello acceso. L'origine di quest'elettricità fu da lui attribuita all'evaporazione, che si produce nelle gocce acquee cadenti, le quali spogliandosi del loro elettrico manifestano sugli elettroscopj contigui uno stato negativo. L'ingegnosa supposizione del celebre Fisico di Pavia, comechè spiega con molta facilità il proposto fenomeno, fece nascere in Belli il dubbio, che le cascate d'acqua si elettrizzino negativamente per induzione dell'elettricità positiva dell'atmosfera in quella stessa guisa che per induzione si elettrizzano le sommità dei corpi conduttori.

In conferma di questo suo sospetto lasciò da un vaso cadere a gocce dell'acqua, mentre vi teneva vicino un bastone di ceralacca strofinato, e raccogliendole in un recipiente isolato manifestarono l'elettricità positiva. Sperimentando sopra il più alto terrazzo della specola astronomica di Brera in Milano trovò, che in un getto quasi verticale di una fontana di compressione, essendo il tempo sereno, le gocce d'acqua cadenti, e raccolte in un vaso mostravano l'elettricità negativa mentre che esplorata l'elettricità atmosferica era positiva. Questa sperienza fu quindi da lui istituita in un cortile chiuso da alte muraglie e vide che il getto non offriva veruna elettricità sensibile. Per togliere ogni dubbio che l'e-

tricità negativa sul terrazzo fosse causata dall'evaporazione promossa dall'azione del sole operò di buon mattino, ed ebbe egnali risultamenti, donde conchiuse che un tale stato elettrico negativo non dipenda dall'evaporazione, ma bensì dall'azione dell'elettricità atmosferica, e che solo l'evaporazione sia una delle attive cause, le quali producono lo stato elettrico positivo dell'atmosfera, e che perciò concorra come cagion remota a far svolgere per induzione l'elettricità contraria nelle cascate d'acqua, e nei getti delle fontane artifiziali.

Quindi il sig. Belli nelle sue molte sperienze osservò, che l'elettricità negativa a circostanze ed a tenzioni eguali si dissipa nell'atmosfera con maggiore prontezza della positiva. La qual cosa fu dal sig. Peltier dedotta dall'elettricità positiva dell'atmosfera, la quale neutralizza l'elettricità contraria dell'apparecchio, onde sembra che sia questa più prontamente dispersa. Imperciocchè racchiudendo l'apparecchio sotto una campana di vetro osservò che tanto l'elettricità positiva quanto la negativa si disperdevano pressochè in egual tempo. Ma se quindi elettrizzava or positivamente ed or negativamente l'aria contenuta, era lo sperdimento contrariato dall'elettricità omonima dell'aria, e favorita dalla contraria. Dalle quali sperienze concluse che la facilità, con cui si dissipa l'elettricità negativa, non dipenda già da una qualità a lei inerente, ma bensì dall'elettricità positiva dell'atmosfera.

CAPODECIMOQUINTO.

L'elettricità di pressione fu scoperta da Epino e da Libes, e confermata da Haüy sopra varii minerali. Ingegnosissime sono le sperienze di Becquerel, il quale ne determinò le circostanze e le leggi della produzione. Elettricità di strofinamento: sperienze di Becquerel e di De la Rive sui metalli, e quelle di Coulomb, di Dessaignes e di Peclet sui corpi cattivi conduttori. Wollaston credette che l'ossidazione fosse la causa dell'elettricità di strofinio.

La maniera più semplice per elettrizzare i corpi è la pressione, che non fa cangiare il contatto delle molecole, siccome avviene nella fregagione. Epino col premere due lastre di vetro l'una contro l'altra fu il primo a notare una tale proprietà, che fu poi da altri esperimentalmente confermata. Imperciocchè il prof. Libes premendo leggermente un disco di rame, o d' argento isolato col mezzo di un cilindretto di vetro fissato nel suo centro, contro un pezzo di taffettà gommato trovò, allorchè li seperava, che il disco acquistava l'elettricità resinosa e in iscambio il taffettà la vitrea; laddove se stropicciava il disco contro il taffettà, prendeva il primo l'elettricità vitrea ed il

secondo la resinosa, effetto questo contrario a quello della prima sperienza: donde stabilì che la pressione diversificasse affatto dalla maniera di agire dello stropicciamento.

Haüy trovò quindi, che alcune sostanze minerali egualmente che il disco di rame ed il taffettà si elettrizzano, quando si premono tra le dita; e che specialmente lo spato d'Islanda gode di una tale proprietà ad un sì alto grado che si può dire fornita d'*irritabilità elettrica*: avvegnachè premuta leggermente fra due dita si elettrizza con forza, e serba per più giorni l'elettricità conceputa.

Il dottissimo Fisico Becquerel nelle sue ingegnose e variate sperienze sull'elettricità, che si svolge per la pressione, trovò che tutti i corpi in tale maniera si elettrizzano, purchè uno dei due corpi adoperati appartenga alla classe dei cattivi conduttori; che l'elettricità cresce colla comprimibilità, elasticità ed aderenza delle sostanze premute; e che dessa è incomparabilmente più forte di quella che si produce pel solo contatto nelle sperienze del Volta.

Per differenti cagioni può variare la forza dell'elettricità per pressione. Infatti la temperatura, la conduttricità de' corpi premuti, la prestezza colla quale si separano, lo stato igrometrico e il grado di pulitezza delle loro superficie influiscono più o meno energicamente sulla quantità di elettrico che si produce.

Becquerel soleva formare colle sostanze, che sottopose all'esperimento, tanti piccoli dischi della spessezza di pochi millimetri, ed adattandovi un manubrio isolatore, e quindi per un'istante premendoli

insieme manifestavano nella loro separazione elettricità contrarie in presenza dell' elettroscopio di Coulomb carico di un'elettricità conosciuta. Così trovò che non solo i minerali come aveva notato Haüy, ma qualsivoglia altra sostanza vegetale, od animale prendono nella pressione stati elettrici opposti.

Il calore influisce grandemente sull' elettricità di pressione. Due pezzi di spato d' Islanda, a cagione d' esempio, alla medesima temperatura non si elettrizzano per la pressione; ma basta una leggiera differenza per renderli elettrici, acquistando sempre lo spato più caldo un' eccesso d' elettricità resinosa.

Comprimendo un disco di midollo di sambuco contro un' altro di metallo, non manifestano dopo la compressione alcuna elettricità, perchè ambedue le sostanze sono molto conduttrici, e vi vorrebbe una celerità di separazione infinita per impedire, che i due contrari fluidi si combinino. Nell' atto della loro compressione ha luogo nelle molecole in contatto un nuovo stato d' equilibrio tra i due fluidi, i quali compongono il loro fluido naturale di maniera che il vitreo si spande sopra una delle superficie in contatto, e il resinoso occupa l'altra. Ma comechè grande sia la loro tendenza a riunirsi, trovano nella pressione una forza che non lascia loro oltrepassare la superficie di contatto. Laonde disgiungendoli anche con una celerità massima non si può impedire che i due fluidi si combinino istantaneamente, onde non si produce alcuna elettricità sensibile. Quando i due corpi non sono perfetti conduttori, come sarebbe nella pressione di un disco di sovero contro un' arancio, s' impadroniscono di elettri-

cità tanto più forti quanto più è grande la celerità, con cui si separano. Dunque la conduttibilità de'corpi, e la celerità di separazione molto influiscono sul grado dell' elettricità di pressione.

L' acqua igrometrica che tenacemente aderisce alla superficie di alcune sostanze, basta per impedire che si manifesti la loro elettricità di pressione, come avviene nella mica e in altri minerali, se prima non sono spogliati della loro umidità. Similmente l' asprezza della superficie rendendo le sostanze coibenti più conduttrici, contraria alquanto la manifestazione dell' elettricità che si svolge, e le dispone a prendere l' elettricità negativa. Perlocchè i vapori acquei, e lo stato della superficie debbono tenersi a calcolo nelle sperienze sull' elettricità di pressione.

Becquerel determinò la legge dell'eccitamento dell' elettricità per la pressione col mezzo di un'apparecchio in cui, supponendo tutte le altre cause costanti, poteva far variare la pressione. Misurò quindi gli effetti elettrici col mezzo di una sensibilissima bilancia elettrica, il cui filo di torzione era di platino di una grande finezza tirato dalla filiera, siccome praticava Wollaston, e di questa maniera ottenne per la mobilità del pendolino sospeso all' estremità del filo oscillazioni isocrone. Trovò pertanto nelle sperienze che instituì sopra lo spato d' Islanda, la barite solfata cristallizzata, il cristallo di rocca pulito, e la calce solfata, che le intensità elettriche sono proporzionali alle pressioni esercitate contro un disco di sovero; e che la possanza elettrica nella calce solfata è circa tre volte minore di quella dello spato d'Islanda, due volte minore di quella del cristallo di rocca, e solo

una volta minore di quella della barite solfata. Le intensità elettriche per le pressioni di un kilogrammo sino a dieci kilogrammi sono proporzionali alle pressioni di maniera che per una pressione doppia o tripla l'intensità elettrica è doppia o tripla, purchè la celerità di separazione dia per ciascuna sperienza il massimo d'intensità elettrica. Ma se questa proporzionalità cresce da prima colle pressioni, vi ha luogo a credere che non si estenda alle forti pressioni, perchè le molecole ravvicinandosi sempre più a mutuo contatto debbono per la loro impenetrabilità perdere la facoltà di lasciarsi comprimere.

Certi corpi serbano più o meno lungamente l'elettricità acquistata nella pressione indipendentemente dalla secchezza ed umidità dell'aria. Becquerel derivò un tale potere dall'ignota maniera, con cui la pressione nel scomporre l'elettricità naturale delle loro masse li trasforma in veri condensatori.

Se si diminuisce la forza premente in due corpi compressi, una parte dell'elettricità dovuta alla prima pressione sussiste ancora più o meno lungamente secondo il grado della loro conduttibilità: così un disco di sughero ed un cristallo di spato d'Islanda, allorchè sono sottopposti ad una pressione di quattro kilogrammi, presentano nella loro separazione un'intensità elettrica eguale a 250. Ma se prima di disgiugnerli si riduca a metà la pressione cioè a due kilogrammi, e dopo un minuto si separino, presentano un'intensità elettrica eguale a 170 invece di essere di 125, come dovrebbe avvenire, se non vi esistesse un residuato effetto della pressione primiera. Dunque il disco e lo spato d'Islanda portano seco

un'eccesso d'elettricità più grande di quello, che si dee alla pressione superstite. Se poi in luogo di separarli si portano nuovamente alla pressione di quattro kilogrammi offrono nuovamente un'intensità di 250, e questi effetti di pressione semplice e doppia si possono ripetere quante volte si vuole.

La sfaldatura di certe sostanze minerali produce fenomeni analoghi a quelli che hanno luogo per la pressione. Conciossiachè due lamine di mica bruscamente separate svolgono luce nel bujo, ed ambedue acquistano un' eccesso d' elettricità contraria, la quale è tanto più grande quanto più celeremente vengono separate. Di questa maniera si elettrizzano tutte le sostanze cristallizzate le quali sono collocate nella classe dei cattivi conduttori.

Due corpi, di cui uno sia cattivo conduttore, allorchè sono disgiunti, acquistano sempre un' eccesso d' elettricità contrarie: così il vetro e la ceralacca immersi nel mercurio vi aderiscono, ed allorchè si estraggono, si elettrizzano manifestamente. Pertanto l' elettricità di pressione diventa più considerevole, quando i corpi compressi aderiscono tra loro tenacemente. Dunque l' adesione coopera colla pressione a far prendere ai corpi elettricità contrarie. Ma anche il semplice ravvicinamento meccanico prodotto dalla pressione dà luogo agli stessi effetti della forza d' aggrezione. Così comprimendo leggermente due lamine di mica si riuniscono tra loro, e quando vengono separate, concepiscono elettricità contrarie.

Lo stesso Becquerel in una memoria che lesse il 6 agosto 1827 alla Reale Accademia delle scienze di Parigi, considerò la pressione come uno degli ele-

menti dello stropicciamento, onde considerò lo strofinamento come un seguito non interrotto di pressioni, e che perciò fosse l'intensità elettrica eguale alla somma delle quantità delle elettricità dovute alle successive pressioni. Ma siccome gli effetti elettrici sono meno variabili nei metalli stropicciati che negli altri corpi, perchè dipendono essi più dalla particolare natura di ciascun metallo, che non dallo stato della loro superficie; perciò nel trattare dell'elettricità di strofinio comincieremo dalla disamina di ciò che accade nei metalli, esponendo i precipui risultamenti, che direttamente deduconsi dalle interessanti sperienze di Becquerel e De la Rive.

Il sig. Becquerel fissando alle estremità di un moltiplicatore due piastre di metallo diverso scoperse, che elleno prendevano un' eccesso d' elettricità contraria col dar luogo nella loro ricomposizione ad una corrente elettrica sopra il moltiplicatore, quando leggermente le strofinava l'una contro l'altra. Trovò pertanto nelle sue variate sperienze che i metalli seguenti sono negativi comparativamente a quelli che loro vengono dopo, e invece positivi per rapporto a quelli che li stanno innanzi: bismuto, nicolo, cobalto, palladio, platino, piombo, stagno, rame, oro, argento, zinco, ferro, cadmio, arsenico, antimonio. L'elettricità non cangia collo stato della superficie dimodochè si dee attribuire alla natura stessa di ciaschedun metallo. Quindi per determinare la parte che prende in questo fenomeno l'aggregazione delle molecole, ridusse uno dei due pezzi metallici in limatura più o meno fina, cui lasciava cadere sopra dell'altro, e vide che sebbene fossero della stessa natura, la piastra acquistava sem-

pre un'eccesso d'elettricità positiva, e che si comportavano come i corpi ruvidi comparativamente ai corpi puliti. Onde conchiuse che la limatura di un metallo qualunque che cade sopra una lamina di un altro, acquista una tendenza a prendere l'elettricità negativa senza che una tale tendenza impedisca di essere positiva la limatura per rapporto a' metalli più negativi: così la limatura d'antimonio, che è il più elettro positivo, è positiva con tutti gli altri metalli eccetto collo zinco. È pure positiva per rapporto alle lamine dello stesso metallo: locchè costituisce un caso d'eccezione per riguardo agli altri metalli. Infine osservò che il calore agisce come la divisione delle parti nelle limature finissime, così a cagion d'esempio la limatura di zinco che alla temperatura ordinaria è positiva, perde a poco a poco per l'azione del calore una tale facoltà per divenir nulla, e quindi anche negativa.

Il sig. Augusto De la Rive in una memoria sulle cause dell'elettricità Voltiana, pubblicata nel tomo sesto delle memorie della società di Fisica e di Storia Naturale di Ginevra, e di cui si legge un'estratto nel tomo 59 della biblioteca Universale, dice, che il più leggier strofinio del dito o di altra qualsivoglia sostanza contro la superficie di un metallo basta per determinare su di essa una tensione elettrica sensibile. Imperciocchè se si collochi sopra il piattello del condensatore una lastra di metallo, e quindi leggermente si strofini col dito, manifestasi un'elettricità sensibile, allorchè col mezzo del manico isolatore viene tolta di sopra al condensatore. Avvertasi però che per riuscire felicemente in que-

ste delicate sperienze bisogna che il dito sia ben secco. Inoltre usando per strofinacciolo l'avorio, il corno, il sovero e le differenti specie di legno rinvenne che il rodio, il platino, il palladio, l'oro, il tellurio, il cobalto ed il nickel concepiscono nello stropicciamento l'elettricità negativa. Medesimamente negativi sono l'argento, il rame, l'ottone, lo stagno, comechè alcuna rara volta si mostrano positivi. Sono poi d'elettricità variabile il ferro ed il zinco. Infine prendono costantemente il piombo ed il bismuto l'elettricità positiva.

Studiando le cause che valgono a far svolgere ne' metalli piuttosto l'una che l'altra elettricità, parvegli che in un'aria secca fregando col dito, o con legni ben secchi i metalli d'elettricità incerti, puliti, e non ossidati s'impossessino sempre dell'elettricità negativa, mentrechè diventano positivi, quando si stropicciano su tutta la loro superficie. Gli effetti elettrici crescono colla temperatura: e non v'influiscono notabilmente la ruvidezza e la rapidità dello strofinamento.

I metalli ossidabili stropicciati in una sola porzione di loro superficie non ossidata col mezzo, a cagion d'esempio, di un legno si elettrizzano negativamente; e all'incontro si caricano d'elettricità positiva i più ossidabili. Questa differenza d'effetto ei deduce dall'ossido pressochè impercettibile che si forma sulla superficie dei metalli, e che viene levato via dallo stropicciatore a cui vi aderisce di maniera che lo stropicciamento non ha più luogo tra il metallo e il legno, ma bensì tra il metallo e lo strato d'ossido aderente al legno, e conseguentemente il

metallo mostrasi positivo. Infatti quando in un'aria secca e con un legno si strofini un metallo appena disossidato, non avendo avuto il tempo d'irruginirsi, prende sempre l'elettricità negativa; come pure è quasi sempre negativo se avendo la forma di un cubo si stropiccia pei suoi angoli. Si debbono però eccettuare il piombo ed il bismuto, i quali manifestano una forte tendenza per l'elettricità positiva, forse perchè rapidamente copronsi di una leggiera pellicola di ossido. Infine tutti i metalli ossidabili sono sempre in un' aria umida positivi.

Nei corpi cattivi conduttori lo stato della superficie grandemente influisce sulla natura dell' elettricità che si svolge sotto lo stropicciamento, bastando le più leggieri differenze per dar luogo ad effetti opposti. Haüy osservò che il disteno stropicciato col medesimo strofinacciolo concepisce l' elettricità positiva sopra certe facce e la negativa nelle altre senza che vi abbia mai potuto scorgere una sensibile differenza di struttura.

Interessanti sono le sperienze, che con somma accuratezza Coulomb fece per scoprire le cause, che determinano un corpo a prendere piuttosto l' una che l' altra specie d' elettricità, e che si leggono esposte nel tomo II. dell'eccellente trattato di Fisica sperimentale e matematica di Biot, il quale ebbe a sua disposizione i manoscritti di lui. Tra le altre noi noteremo le seguenti. Stropicciando un pezzo di carta riscaldato con una stoffa di lana, o con un metallo, ovvero con una stoffa di seta bianca prende l' elettricità negativa. Medesimamente un nastro di seta bianco riscaldato, o un nastro nero a

qualsivoglia temperatura acquista, allorchè si freghi contro un metallo, l'elettricità negativa. Dalle quali sperienze risulterebbe che il calore allontanando le particelle de' corpi le renda più atte ad essere scosse nello sfregamento, e perciò ad elettrizzarsi negativamente siccome avviene pei corpi aspri.

Curiose poi sono le sperienze di Dessaignes, e massime quelle che si riferiscono all'elettricità de' corpi immersi nel mercurio. Distingue tre sorta d' immerzioni, cioè brusca, lenta, e più o meno lungamente prolungata. Quando si fa l'immersione senza pressione meccanica, il vetro, lo zolfo, l'ambra e la cera di spagna sino a 18° sopra il zero non si elettrizzano in tutti tre i modi immersi nel mercurio ad egualità di temperatura; ma la più piccola differenza di temperatura basta per elettrizzarli. Il cotone, la carta, la lana sono molto elettrici in tutti i tre modi d' immersione dai dieci sino ai diciotto gradi al di sopra del zero anche ad eguale temperatura col mercurio. Quando il barometro è alto, e l'aria tende a raffreddarsi le dette sostanze sono sempre negative, e all' incontro sono positive quando il barometro è basso, e l'aria tende a scaldarsi. Trovò che il freddo ed una temperatura molto elevata annullano il loro potere elettrico. Sperimentando sopra i metalli osservò che quando sono raffreddati a zero, non si elettrizzano per strofinamento, e che sono positivi nei grandi calori estivi, ed in iscambio negativi nell' inverno, cioè sempre positivi quando la temperatura dell' aria tende ad elevarsi, ed invece negativi, quando tende ad abbassarsi. Si scorge pertanto quanto singolari sieno i risultamenti delle

numerose sperienze di Dessaignes senza che si possano dedurre le cause, che danno luogo a sì complicati effetti.

Il sig. Peclet in una memoria stampata negli annali di Fisica e chimica dei chiarissimi Gay-Lussac ed Arago per l'anno 1834 cercò di determinare col mezzo di accurate sperienze le differenti circostanze che accompagnano la produzione dell'elettricità in due corpi stropicciati, di cui uno almeno sia cattivo conduttore. Si servì di una macchina elettrica a cilindro, sul cui stroffinacciolo collocò i pesi, coi quali produceva quelle pressioni che voleva; e quindi ne misurò l'elettricità eccitatavi mediante un suo esatto elettrometro a pagliuole. Sottoponendo ad una pressione costante, e movendo il cilindro con una celerità uniforme vide che da prima i pendolini deviavano sensibilmente più o meno secondo le diverse sostanze usate per stropicciatore, ma che ben presto si serbavano costantemente al medesimo punto di divergenza, comunque continuasse a fregare. Quindi aumentando la celerità di movimento, e non variando la pressione, vide che non cresceva in un'aria secca la deviazione dei pendolini, e allora soltanto variava d'alcun poco quando l'aria era umida. Dalle quali cose concluse, che la quantità d'elettrico svolto nello strofinamento non aumenti nè colla celerità, nè colla pressione, perchè la permanenza della deviazione dei pendolini sussiste sempre nelle grandi come nelle piccole pressioni, e che le anomalie che si osservano in alcuni corpi, in cui la tenzione elettrica cresce colla celerità di rotazione, provengano dal vario stato igrometrico dell'aria, dalla ricomposizione

dell' elettricità per le asprezze dello strofinatore al di là de' punti di contatto, e dal imperfetta conduttibilità dei corpi stropicciati. Notò pure che l'ampiezza della superficie stropicciante è senza influenza sulla deviazione dei pendolini, e che solo quando lo strofinacciolo è un buon conduttore, la sua curvatura ha una sensibile influenza al di là del contatto. Infine riconobbe, che la spessezza del corpo stropicciante niente influisce sul grado dell' elettricità che si svolge nella fregagione; e che le asprezze della superficie producono come il calore una tendenza a concepire l' elettricità negativa; e che difficil cosa è il determinare l' influenza, che può avere la natura de' corpi stropicciati per le differenti cause, che ne fanno variare gli effetti.

Molti Fisici dedussero l'elettricità di stropicciamento dagli urti e dalle azioni fisiche delle asprezze, che coprono le superficie di contatto; perchè lo stropicciamento è tanto più grande, quanto più i corpi sono ruvidi, ed aspri. Altri all' incontro la derivarono dalle azioni molecolari. Il primo a proporre la seconda opinione fu Wollaston, il quale considerò l' ossidazione come la causa che fa svolgere nelle macchine elettriche l' elettricità, dappoichè vide, che niuna elettricità vi si eccitava, quando usava un' amalgama non ossidabile d'argento o di platino; e che invece si produceva in gran copia, allorchè adoperava un' amalgama molto ossidabile di stagno, o meglio ancora di zinco e di stagno. Inoltre avendo inchiusa in un vase riempiuto d' acido carbonico una macchina elettrica a cilindro osservò che comunque vi stropiciasse, non si produceva veruna

sensibile elettricità mentre si eccitava manifestissima, allorchè, toltovi l'acido carbonico, v' introduceva l'aria atmosferica. Il perchè concluse, che l' eccitamento dell' elettricità sia unicamente dovuto all' ossidazione de' corpi.

Quest' opinione, allorchè fu pubblicata, non attirò a se l' attenzione de' dotti, siccome per la sua importanza si meritava; e non fu che in quest' ultimi tempi che dietro la norma dei fatti si stabilì dai Fisici come un generale principio non darsi azione chimica senza produzione d' elettricità. Ma siccome lo stropicciamento è il più delle volte cagione di manifestissime relazioni chimiche, è perciò fuori d' ogni dubbio, che molti degli effetti elettrici di strofinamento si debbono attribuire a un' origine chimica. Circa l'elettricità che nasce dalle azioni chimiche sarà da noi ampiamente trattato nella storia del galvanismo, allorchè parleremo della dottrina elettro-chimica.

CAPO DECIMOSESTO.

La turmalina fu portata in Europa dagli Olandesi, e fatta conoscere nel 1717 da Lemery all' accademia di Parigi. Sperienze di Epino sulla sua polarità. Opinione del Duca di Noya Caraffa, e di Musschenbroeck. Quistione tra Wilson, e Canton sulla maniera di elettrizzarsi della turmalina. Osservazioni di Bergman. Ingegnose ricerche fatte da Becquerel, e conghiettura sullo stato elettrico degli atomi. Epino derivò gli effetti di questa pietra dall' elettricità: Haüy li spiegò colla teoria di Symmer, e quindi conobbe che una tale facoltà piro-elettrica era comune al topazio, alla giallamina, e al borato magnesio-calcare: Brewster vide pure che si estendeva ad altri minerali, e cristalli.

Nelle Indie e nel Ceylan si conosce da tempo immemorabile un piccolo minerale, il quale, quando è gettato nel fuoco, acquista la singolare facoltà di attrarre le ceneri, donde i nativi lo chiamarono *tournamal*, o *tira-ceneri*. Gli Olandesi furono i primi a trasportarlo in Europa, e lo vendettero a caro prezzo come una pietra preziosa e di rare qualità fornita. Nel 1717 il sig. Lemery fece vedere una turmalina all' accademia delle scienze di Parigi sotto

il nome di pietra o calamita del Ceylan. Dopo di averla riscaldata attraeva e respingeva con sorpresa di quegli illustri accademici alla maniera di un corpo elettrico i corpi leggeri. Ma vi passarono molti anni prima che i Fisici si facessero a studiarne accuratamente le proprietà. Fu primieramente Epino che richiamò l' attenzione de' dotti verso questo minerale, allorchè in una memoria stampata fra quelle dell' accademia delle scienze e belle lettere di Berlino per l' anno 1736 pubblicò i felici risultamenti delle sue curiose sperienze fatte sopra due turmaline, che diedegli il sig. Lechman. Fra le altre cose vi notò la polarità elettrica delle due estremità l' una positiva e l' altra negativa, allorchè è riscaldata nell' acqua bollente: i quali opposti poteri serba per sei ore, quando viene opportunamente collocata sopra un corpo idioelettrico. Osservò quindi che riscaldandola inegualmente sopra di un metallo caldo, l' estremità che nell' acqua bollente concepiva l' elettricità positiva, prendeva la resinosa, e l' altra in iscambio riceveva l' elettricità positiva; e che nel raffreddarsi scomparivano per pochi istanti le due elettricità per tornare a manifestarsi come nel riscaldamento uniforme. Infine scoperse, che se stropicciava un' estremità, mentre era l' altra in comunicazione col suolo, la prima s'elettrizzava in più e la seconda in meno, e che all' incontro l' una e l' altra si elettrizzavano positivamente quando ambedue le faceva comunicare col suolo. Anche Wilke concorse a rendere più nota in Europa la turmalina in una dissertazione che pubblicò dello stesso anno. Ma chi diede veramente a questa pietra una grande

celebrità fu il Duca di Noya Caraffa di Napoli in una sua lettera, che scrisse nel 1759 al celebre Buffon, il quale fecela stampare in Parigi. Già sin dal 1743 il conte Pichetti aveagli raccontato d' aver veduto in Costantinopoli una piccola pietra, la quale scaldata attraeva e respingeva le ceneri, su cui ell'era posta. Della qual cosa non vi avea fatto alcun conto riputandola una spiritosa novelletta; allorchè nel 1758 essendo in Olanda ne comperò due, sulle quali fece insieme ai signori Daubenton e Adanson diverse sperienze, che furono quindi pubblicate nelle transazioni filosofiche. Il duca opinò che fosse un' errore quello di Epino, quando cioè alle due estremità di una turmalina si svolgessero elettricità opposte, perchè ei le derivò dalla diversa forza, con cui si elettrizzano sino a sembrare l' un' estremità elettrizzata in più, e l' altra in meno.

Musschenbroeck pretese che l' elettricità delle turmaline differisse da quella de'corpi idioelettrici, perchè stropicciate o scaldate non offrono nè luce nè scintille, perchè come una calamita, attraggono attraverso un foglio di carta la limatura di ferro, e perchè sospese a due fili invece di respingersi, siccome avviene fra due corpi egualmente elettrizzati, si attraggono a vicenda.

Sorse poi questione agitatissima tra Wilson e Canton sulla maniera, con cui si elettrizza la turmalina. Il primo volea che non vi esistesse veruna differenza tra gli effetti elettrici di questa sostanza e quelli de' corpi idioelettrici strofinati. Inoltre non credeva che s'invertissero i poli di una turmalina che è riscaldata inegualmente, siccome avea detto Epino, ma che

invece prendesse su tutta la sua superficie l'elettricità della parte più calda di maniera che ambedue le estremità si elettrizzassero in più quando l'estremità positiva era la più calda, ed all' incontro si elettrizzassero in meno, quand' era più calda l' estremità negativa. Ma Canton invece sostenne che la turmalina riscaldata si elettrizzasse positivamente ad una estremità, e negativamente nell' altra opposta, e che nel raffreddarsi si producesse l' inversione dei poli cioè il polo positivo diventasse negativo, ed il polo negativo si facesse positivo. Allora soltanto potè elettrizzarlo positivamente in ambedue le estremità, se invece di scaldarla, la stropicciava. Infine tagliando dall' estremità positiva di una grande turmalina irregolare ed elettrizzata ad un calore regolare un pezzettino, ed un'altro dall'opposta negativa, trovò che la parte esterna nel primo era elettrizzato in più, e nel secondo in meno, e le parti opposte in contrario stato, mentre la parte di mezzo si serbava elettrizzata come l'intiera turmalina.

Bergman, il quale fece molte ricerche sull' elettricità della turmalina, trovò che i poli possono variare di cinque maniere cioè.

L' un polo	(†)	L'altro	(-)
	(†)		(†)
	(-)		(-)
	(†)		(o)
	(-)		(†)

La prima condizione ha luogo, allorchè nello stesso modo si scalda, o si raffredda su tutta la sua superficie. Si effettua poi la seconda e la terza, quando l'uno dei poli si raffredda, mentre scaldasi l'altro.

Infine si produce la quarta e la quinta, allorchè scaldasi o si raffredda l'uno dei poli, senza che l' altro varii di temperatura.

Sono veramente mirabili le osservazioni e gl' ingegnosi risultamenti, che il sig. Becquerel dedusse dalle sue delicate sperienze sulla turmalina. Questo chiarissimo scrittore è sommamente benemerito alla Fisica massimamente per le importantissime scoperte che fece nell' elettricismo. Per indicare in quanta estimazione siano i talenti dell'onorevolissimo presidente dell' accademia delle scienze di Parigi tenuti dal Governo Francese, basterà il dire, che il Re Luigi Filippo eresse nello scorso anno una cattedra di Fisica applicata alla storia naturale nominandolo a professore.

Becquerel avendo sospeso a un sottil filo di seta una turmalina, ed avvicinatovi un corpo debolmente elettrizzato scoperse che la sua polarità si rendeva sensibile ai trenta gradi del termometro centigrado, e che proseguiva a palesarsi sino ai centocinquanta gradi: la quale polarità scompariva, allorchè la temperatura si faceva stazionaria, per comparire di bel nuovo in contrario senso nel raffreddarsi. Quindi ponendola tra i poli di una pila secca scoperse dal numero e dalla durata delle sue oscillazioni che l'intensità elettrica di ciascun polo non segue la ragione della celerità del riscaldamento e del raffreddamento. Si convinse pure che la turmalina nell' elettrizzarsi non slancia, nè prende elettricità dai vicini corpi, e che si elettrizza perciò in virtù del disgiungimento de' suoi due fluidi vitreo e resinoso, i quali combinati sopra ciascuna molecola formano il fluido naturale: infatti collocata una tur-

malina riscaldata sopra il piatto superiore di un sensibilissimo elettrometro-condensatore del Volta, e quindi disgiungendo i due piatti non si manifestò nelle pagliuole alcun indizio d'elettricità.

La questione tra Epino e Wilson sulla maniera d' elettrizzarsi della turmalina per una temperatura ineguale fu compiutamente sciolta da Becquerel, il quale scaldando l' estremità, che pel calore acquista l' elettricità negativa, e che chiamò P, s' accorse, che l' estremità opposta da lui denominata N essendo a zero, elettrizzavasi la pietra negativamente, siccome accade nella pila voltiana, il cui polo positivo sia in comunicazione col suolo. Quindi l' estremità P prendeva l' elettricità zero o positiva per una temperatura stazionaria o decrescente, mentre l' estremità N concepiva nelle stesse circostanze l' elettricità positiva o negativa.

Difficilmente si elettrizzano le turmaline di grossa dimensione. Il sig. Ajasson, dappoichè indarno aveva cercato d' elettrizzare una grande turmalina, che si trovava nel gabinetto di Fisica del Collegio di Francia, fu sorpreso di vedere, che i due pezzi, in cui si franse cadendo per terra, si elettrizzassero prontamente pel calore. Perlochè il sig. Becquerel vedendo che le turmaline più piccole concepivano forti polarità pei più lievi cangiamenti di temperie, conghietturò, che le molecole integranti de' corpi acquistino polarità elettriche intensissime per le più lievi variazioni di temperatura. Il che parrebbe spandere molta luce sullo stato elettrico degli atomi nella teoria di Amper, sebbene vi manchino ancora le necessarie pruove sperimentali per potere dedurre che

gli atomi de 'corpi siano altrettante piccole turmaline, o per lo meno dotate di polarità analoga.

Dopo minutissime indagini riconobbe il sig. Becquerel, che innalzando sino a trenta gradi la temperatura di un tubetto di vetro del diametro di un millimetro, e di otto centimetri di lunghezza elettrizzavasi per l' attuazione di un bastone di gomma lacca stropicciato, manifestando i due poli, che sparivano alla temperie di cento gradi per manifestarsi nuovamente nel raffreddamento. Le quali cose molto si avvicinano a quelle che hanno luogo nella turmalina per l' effetto della sua cristallizzazione e del calore.

Epino fu il primo, che diede una teoria generale delle attrazioni della turmalina deducendole dalle azioni del fluido elettrico, e riconducendole alle medesime leggi dell'elettricità e del magnetismo. Fra le varie ipotesi immaginate dai Fisici per spiegare i curiosi fenomeni della turmalina ingegnosa è quella proposta dal sig. Haüy. Questo celebre mineralogo nato da poveri parenti, costretto da giovinetto a cantare nelle chiese per guadagnarsi il vitto, e fortunatamente avendo ottenuto dopo un lungo aspettare un posto nel collegio di Navarra potè sotto eccellenti professori compiere i suoi studj. Passeggiava un giorno per suo diporto nel giardino delle piante, allorchè vide una folla di uditori accorrere alla scuola di mineralogia, onde preso da curiosità volle udire anch' esso una lezione di Daubenton. Quanta non fu la sua maraviglia nel vedere, che i medesimi cristalli e i medesimi sali non cangiano mai di un' atomo nella forma della loro composizione offerendosi sempre e rego-

larmente o in cubi, o in prismi, o in aghi, siccome la rosa offre sempre i medesimi petali, e il cedro la medesima altezza. Piena avendo la mente di queste belle idee gli occorse di lasciare inavvedutamente cadere per terra in casa del sig. Defrance un grosso gruppo di spato calcareo cristallizzato in prismi. Quale non fu la sua sorpresa nel vedere che tutti i pezzi avevano una forma regolare come i cristalli romboidi di spato! Queste osservazioni gli suggerirono l'idea della sua famosa teoria della cristallografia. In tutto il viver suo mostrò sì grande passione per la mineralogia che un grado di più o di meno in un' angolo di un cristallo lo interessava di più che i tesori delle due Indie. Debbesi alle sue minutissime indagini la scoperta della vera struttura dei cristalli.

Ma ritornando donde partimmo, Haüy dopo d'avere distinte in classi le turmaline ne spiegò i mirabili effetti col mezzo della teoria di Symmer. Una turmalina allo stato naturale non esercita alcuna azione sui corpi vicini, perchè i suoi due fluidi si neutralizzano a vicenda: ma allorchè è riscaldata, il suo fluido naturale venendo scomposto per l'azione del calorico comparisce ad una estremità il fluido vitreo e all' altra opposta il resinoso. Si chiamarono questi due punti estremi contrariamente elettrizzati poli per la grande analogia, che vi si scorge coi poli magnetici. Sospendendo liberamente una turmalina, ed avvicinandovene un'altra in modo, che il polo resinoso dell' una sia in presenza del polo vitreo dell' altra, si attraggono mutuamente nella ragione inversa del quadrato delle distanze, perchè l' elettricità vitrea di quella attrae l' elettricità resinosa di questa con mag-

gior forza, con cui respinge l' elettricità vitrea del polo opposto e più distante. Quindi col mezzo del suo *elettroscopio vitreo* o *resinoso* determinava la natura dei poli delle turmaline. Infine colla ipotesi imaginata da Coulomb pei corpi magnetici, cioè che ogni molecola sia un piccolo magnete, spiegò perchè un pezzetto staccato da una turmalina elettrizzata offre, come l' intiera turmalina, due poli distinti.

In una memoria pubblicata fra quelle della R. accademia delle scienze di Parigi per l'anno 1785 dice che le curiose proprietà della turmalina si estendono pure al topazio, alla giallamina od ossido di zinco cristallizzato, e ai cristalli di borato magnesio-calcare colla differenza però che nella turmalina e nel topazio l' azione dell' elettricità si manifesta nel senso delle due estremità, mentre nel borato magnesio-calcare le forze elettriche agiscono nella direzione dei quattro assi differenti in modochè ciascun'asse passando per due angoli del cubo inscritto al poliedro di ventidue facce corrisponde ad una faccetta che mostrasi elettrizzata.

Infine nelle sue moltiplici sperienze sull' elettricità dei minerali scoperse nel giorno 16 di gennajo 1819, che un piccolo cristallo di zinco ossidato di Limburgo stato posto sopra una finestra, essendo il freddo a undici gradi sotto il zero si mostrò, come la turmalina, elettrizzato. Determinati accuratamente i due poli lo portò nella camera, in cui il termometro segnava quattro gradi sopra il zero, e vide che accostandolo lentamente al fuoco le azioni dei poli s' illanguidivano e quindi cessavano affatto per ricomparire coi poli invertiti. Osserva però che an-

che nella turmalina scaldata le azioni polari s' illanguidiscono e cessano nel raffreddamento per manifestarsi sotto a un maggiore freddo in senso inverso. Per la qual cosa chiamò *elettricità ordinaria* quella che la turmalina acquista per un accrescimento di calore, ed appellò in iscambio elettricità straordinaria quella che si manifesta per un' abbassamento di temperatura.

Il Dottore Davide Brewster nelle sue osservazioni sulla proprietà di certi minerali d' elettrizzarsi pel calore pubblicate nel 1824 nel giornale delle scienze di Edimburgo racconta d'avere sperimentalmente riconosciuto, che una tale proprietà si estende ai seguenti.

Minerali	e Cristalli Artifiziali.
Mesolito	*Tartrato di potassa e di soda*
Mesotipo	*Acido tartarico*
Calcare spatico	*Ossalato d' ammoniaca*
Berillo giallo	*Ossi-muriato di potassa*
Solfato di barite	*Solfato di magnesia e di soda*
Solfato di stronziana	*Solfato d'ammoniaca*
Carbonato di piombo	*Solfato di ferro*
Calce fluata rossa e cilestra	*Solfato di magnesia*
Diamante	*Prussiato di potassa*
Orpimento giallo	*Zucchero*
Analcimo	*Acetato di piombo*
Amatista	*Carbonato di potassa*
Quarzo del delfinato	*Acido citrico*
Zolfo nativo ec.	*Ossi-muriato di mercurio.*

Osserva quindi che la proprietà piro-elettrica è posseduta a un' alto grado dal tartrato di potassa e di soda. Ma il sig. Becquerel non crede che possa avere luogo la proprietà piro-elettrica nei cristalli senza una qualche alterazione nella loro simmetria.

CAPO DECIMOSETTIMO.

Opinioni sulla natura dell'elettricità. Talete la credette uno spirito: altri la considerarono di natura untuosa, e Nollet invece la volle identica col fuoco. Priestley ed Henley la supposero comporsi di flogisto, e Delametherie e Saussure di aria infiammabile, e Lavoisier la disse una speciale combustione. Franklin suppose un solo fluido; Dufay e Symmer ne ammisero due. Conghietture sulle due elettricità vitrea e resinosa. Ipotesi dell'emissione e dell' ondulazione. Deluc e Fusinieri considerarono le molecole elettriche della stessa natura di quelle de'corpi.

Molte sono le disputazioni insorte tra i Fisici sulla natura dell' elettricità. Cosa sia, come nasca ed operi questa attuosissima sostanza, è un arcano; e per quante ricerche siansi fatte dagli elettricisti, rimane ancora la quistione involta in una grande oscurità. Ma l' uomo, che tenta colle sue sperienze di sorprendere la natura nelle cause de' suoi misteri, non si sbigottisce alle difficoltà; e piuttosto che confessare la propria ignoranza, fa pompa d' ingegno nell' immaginare ipotesi che almeno ne spiegano gli effetti. Pertanto varie sono le opinioni che si ammisero, e per non tediare chi legge esporrò soltanto

quelle che per la celebrità dei loro autori, e per la convenevolezza coi fenomeni spiegati hanno avuto in Fisica una qualche riputazione.

Talete credeva che l'ambra gialla fosse animata, tanto singolari sono a lui paruti i fenomeni, che strofinata produce sui corpi leggieri. Molti secoli dopo supposero Gilbert e Boyle una sottilissima sostanza di natura untuosa. Il gran Newton poi opinò, che l'attrazione e la repulsione elettrica fossero fenomeni analoghi a quelli della gravità.

Nollet considerò la materia elettrica identica con quella del fuoco e della luce, ed il sig. Achard ne dimostrò le strette analogie in una memoria, che lesse nel 1779 all'Accademia di Berlino. Quest' opinione dell'identità della luce, del calorico e dell'elettricità è oggidì sostenuta dai più rinomati Fisici.

Dappoichè Ernesto Stahl spiegò la combustione col mezzo del flogisto, errore questo, che per le utili conseguenze a cui diè luogo, si dee porre fra le più grandi scoperte, furonvi Fisici, i quali opinarono che fosse l'elettricità della stessa natura del flogisto, e fra gli altri si distinse il celebre storico Priesley. Quindi Henley considerò i fenomeni elettrici e calorifici come modificazioni dello stesso flogisto in guisa, che quando questo è allo stato di riposo, si presenta sotto la forma di elettricità, e in vece sotto quella di fuoco, allorchè viene per una causa qualunque posto in uno stato di moto violento.

D'ordinario presero le ipotesi elettriche l'impronta delle scoperte, che nelle naturali scienze si fecero, onde non è maraviglia che non sì tosto sco-

perta l'aria infiammabile siasi assimilata all' elettricità. Infatti Delametherie la risguardò come una specie d'aria infiammabile, e Saussure la volle composto di fuoco e d'idrogeno.

Il celebre e sgraziato Lavoisier, a cui fu tiranniccamente tronca la testa sopra di un patibolo, vittima innocente del Robesperiano furore; pensò, che l' elettricità fosse una specie di combustione, in cui l' aria vi fornisce il principio non altrimenti che il fuoco somministra la materia della luce nelle ordinarie combustioni.

Watson e Franklin non ammisero che un solo fluido elettrico; e ne posero innanzi le pruove sperimentali. Il P. Beccaria che ne fu il più valoroso sostenitore addusse fra le precipue ragioni che confermano la frankliniana ipotesi il fiocco e la stelletta elettrica, che si manifestano sopra una punta secondo che trasmette o riceve vapore elettrico. Così presentando una punta metallica alla macchina elettrica, o ad altro corpo elettrizzato negativamente o in meno, si vede formarsi sulla medesima un fascetto d' innumerabili raggi elettrici divergenti, che ben tosto si suddividono e scompajono ad una certa distanza. Questo fascetto di luce fu denominato dal Beccaria fiocco elettrico. Ma presentando la stessa punta al conduttore elettrico, o ad altro corpo elettrizzato in più, vi comparirà al di sopra un piccolo cono formato di raggi cortissimi e convergenti, che il Beccaria chiamò stelletta. Medesimamente si manifesta la stelletta sulla punta annessa alla macchina, ed invece il fiocco su quella annessa al conduttore. Formasi il fiocco dall' elettrico, che per la

punta si slancia sui corpi vicini, e invece la stelletta pel concorso dei raggi elettrici, che dal corpo elettrizzato in più si concentrano sulla punta per disperdersi più facilmente.

Dufay e Symmer supposero due distinti fluidi chiamando l' uno vitreo e l' altro resinoso. Quindi Voigt denominò l' elettricità vitrea *virile*, e l' elettricità resinosa *feminina*. Inoltre si cercò di determinare la natura dell' elettricità tanto vitrea che reresinosa. Kratzenstein suppose, che si componesse l' elettricità vitrea di un'acido potente, e la resinosa di flogisto in modo che i fenomeni elettrici dipendessero dall' azion mutua dell' acido e del flogisto; ed invece Forster derivò l' elettricità vitrea dal fuoco e la resinosa da un principio infiammabile. Il Marchese Ridolfi credè che le due elettricità vitrea e resinosa si componessero di calorico e dei loro rispettivi magnetici in guisa che il fluido vitreo si formasse di calorico e di fluido australe magnetico, ed il fluido resinoso risultasse di calorico e di fluido boreale magnetico. Il perchè diceva che i due fluidi elettrici incontrandosi in vece di ricomporsi e neutralizzarsi, siccome dovrebbe avvenire nell'ipotesi di Symmer, si risolvano nei loro principj costitutivi il calorico ed il magnetico. All' incontro Berzelius sostenne che il calorico provenga dall' unione delle due elettricità vitrea e resinosa. Questa teoria fu quindi proposta da Bodin come una novità; e i Signori Fresnel ed Amper incaricati dalla Reale Accademia delle scienze di Parigi ad esaminare le sperienze, che la convalidano, trovarono che le medesime non sempre vi depongono in favore.

Si disputò lungamente dai Fisici per sapere se la luce, il calorico, e l' elettricità siano di natura identici o diversi. Molte sono le analogie che ci persuadono della loro identità, conciossiachè il sole, la combustione, lo sfregamento e la percussione sono sorgenti di luce, calorico, ed elettricità. Inoltre i raggi calorifici e luminosi si propagano con grande celerità, valicano insieme gli spazj celesti, si riflettono e si rinfrangono colle leggi medesime. Il Sig. Watt osservò pure che i raggi della luce del sole, della luna ed anche di una candela attraggono e respingono sensibilmente i corpi opachi e leggieri, ed in vece niuna sensibile azione esercitano sui corpi diafani, i quali si lasciano liberamente attraversar dalla luce.

Il celebre Fisico Mellone, il quale per le sue pregevolissime scoperte sul calorico ebbe dalla Società R. di Londra l' orrevole premio della medaglia d' oro istituita da Rumford, scoperse che il calorico come la luce si parte in raggi di diverso colore e virtù. Quindi il sig. De la Rive fece vedere, che anche le correnti elettriche non sono già omogenee, ma che invece diversificano tra loro come i raggi calorifici. Dalle quali cose alcuni Fisici dedussero che fosse loro comune l' origine.

L' egregio professore Stefano Marianini, nome onorato e caro a chiunque stanno a cuore i progressi della scienza, perchè molte sono ed importanti le scoperte che ei fece siccome avremo frequente occasione di vedere nella storia del galvanismo e dell' elettro-magnetismo, ha dimostrato con un bel seguito di esperienze, che due o più correnti prodot-

te da elettromotori eguali od ineguali, dirette nel medesimo senso o in senso contrario, ovvero incrocicchiandosi sullo stesso conduttore non provano verun' alterazione per l'azion mutua dell' una corrente sulle altre, siccome avviene tra i raggi della luce; onde vi dedusse una nuova analogia tra la propagazione dell' elettricità e quella della luce. Altri all'incontro distinsero i fluidi calorifico, lucico ed elettrico, a cui si aggiunse pure il gravifico. Infine fuvvi eziandio chi li considerò come non esistenti e quali semplici proprietà della materia variamente agitata e mossa.

Antichissima è l'ipotesi dell'emissione. Immaginata da Democrito e adottata da Epicuro fu successivamente seguitata dai Fisici; e Boerraave e Newton l' abbellirono al punto che nello scorso secolo era quasi la sola nelle scuole insegnata. In essa si considerano i fenomeni calorifici, luminosi, ed elettrici prodotti da peculiari fluidi elastici, sottilissimi, universalmente sparsi, i quali slanciati dai corpi generano tutti gli effetti del caldo, della luce, e dell'elettricità.

L' ipotesi dell' ondulazione fu creata dalla fervida mente di Cartesio, e quindi avvalorata dai celebri Ugenio ed Eulero, e specialmente illustrata dai Signori Fernel, Davy, Amper, ed Arago. In questa ipotesi non si fanno provenire i fenomeni lucici, calorifici ed elettrici da una speciale materia slanciata dai corpi, ma bensì dalle diverse oscillazioni di un etere sottilissimo ed elastico sparso nell' immensità degli spazj, ed insinuantesi fra gli esilissimi interstizj de' corpi. Quindi si suppongono gli

atomi de' corpi posti in un particolare stato di moti vibratorii, che comunicandosi all' etere ambiente, e trasmettendosi da questo celeremente agli altri corpi generano i variatissimi effetti lucici, calorifici e elettrici in quella stessa guisa che tutti i suoni acuti o gravi, armoniosi o discordi non sono altro che l'effetto delle vibrazioni dei corpi sonori e della contigua aria, che li trasmette alle orecchie.

Deluc voleva che l' elettrico si componesse delle molecole più tenui de' corpi, e che a somiglianza dell' acqua, la quale senza cangiar di natura mostrasi ora allo stato visibile di ghiaccio e di liquidità, ed ora in quello invisibile di vapore; così le molecole de' corpi si presentassero ora sotto la forma di materia ponderabile, ed ora sotto quella di fluido imponderabile e deferente. Antonio Fusinieri riguardò l' elettricità come una materia incandescente ed estremamente divisa nel punto, in cui esce dai corpi sotto la forma di scintilla. Davy aveva già derivata la forma ed il colore della scintilla elettrica dal distacco delle particelle de' corpi pei quali esce; e Musschenbroeck e Brugnatelli osservarono pure un tale trasporto di molecole, e specialmente il benemerito De la Rive attraverso i conduttori umidi. Da queste osservazioni, e da una lunga serie di sperienze che il sig. Fusinieri istituì, concluse, che sotto opportune forze sieno i fenomeni elettrici prodotti dalla materia ponderabile. Ma ciò posto, una scintilla, che a cagione di esempio si tira dal naso di una persona elettrizzata, dovrebbe staccare da esso e portare seco particelle infuocate. Locchè pare in diretta opposizione col fatto.

, Queste sono le principali ipotesi immaginate dai Fisici sulla natura dell' elettricità; ma comechè le medesime non valgono a farcela conoscere, perchè ci sarà mai sempre l' essenza delle cose sconosciuta, dimostrano almeno l' ingegno di chi le propose, e i molti sforzi che fecero i Fisici per strappare dalla natura un sì importante secreto.

CAPO DECIMOOTTAVO.

Colori prismatici impressi da Priestley sui metalli colle scariche elettriche. Sperienze di Canton e di Henley sul vetro. Nobili li derivò dal calore, e Matteucci in vece dalle materie depositate dalla corrente elettrica. Il P. Linari eccitò del pari le zone colorate colle scariche delle torpiglie. Osservazioni di Wollaston, di Brewster, e di Becquerel sulle scintille elettriche. Fosforescenza de' corpi. Scoperte di Casciarolo e di Brandt. Sperienze di Dufay, di Haüy, e di Dessaignes sulla fosforescenza de' corpi; e si disse che ne fosse la causa l' elettricità. Van-Marum, Cuthbertson, e Beccaria osservarono la facoltà disossidante dell' elettricità. Wollaston scompose l' aqua coll' elettricità delle macchine ordinarie, e Bonijol con quella dell' atmosfera. Invenzione dei telegrafi elettrici.

Il celebre Priestley in una bella serie di sperienze che fece per determinare la forza laterale della scintilla elettrica, vide che il bacino di rame, sul quale

avea diretto le scariche, offeriva nel punto colpito un cerchietto di fusione, ed una zona di colori prismatici come nell' iride e nello spettro colorato.

Questa curiosa sperienza fu da lui ingegnosamente variata in differenti maniere; onde venne a scoprire, che sulla superficie di qualsiasi metallo la punta produce tanto più presto i colori prismatici, e le zone sono tanto più numerose e colorate, quanto più è dessa acuta e vicina. Ma la prima zona colorata, che si forma intorno al cerchio di fusione, si estende ad ogni esplozione, e i colori allontanandosi successivamente ne formano de' nuovi: d' ordinario dopo quaranta scariche si manifestano tre zone distinte, le quali stropicciate con un dito o con una piuma, ed anche bagnate con acqua non perdono la vivezza del loro coloramento. Impertanto la punta e la superficie si colorano egualmente ossia che la corrente elettrica esca od entri per la punta, ovvero che la superficie sia liscia o scabra. Solamente quando la punta è alquanto inclinata, i colori si projettano sotto una forma allungata. Ottenne del pari Canton i colori prismativi dirigendo le scariche lungo un filo di metallo sopra una lastra di vetro; ma i colori erano men belli e meno regolari di quelli ottenuti da Priestley sopra i metalli.

Il sig. Henley nelle sue sperienze per ridurre in polvere colla scarica di una sola boccia grossi pezzi di vetro, vide che quando i pezzi erano troppo grossi per spezzarsi, si coloravano in zone parallele e disposte nella direzione della corrente elettrica in guisa che i colori erano nello stesso ordine di quelli dello spettro colorato.

Le sperienze di Priestley furono un mezzo secolo dopo ripetute dal cavaliere Nobili, il quale sottoponendo lamine di rame, d'acciajo, d'argento e di platino a trenta scariche di una batteria di quattordici piedi quadrati di armatura osservò che tutte quattro si coloravano tanto coll'elettricità positiva, quanto colla negativa per lo spazio circolare di due o tre linee di diametro. Il centro era come fuso, forato, e granuloso; e i colori prismatici erano molto vivaci e distinti sul rame, deboli e confusi sull'argento e sul platino, e alquanto più belli sull'acciajo, ma non però comparabili con quelli del rame. Non potè mai imprimere i due o tre cerchi colorati concentrici ottenuti da Priestley colle quaranta scariche della sua batteria di quaranta piedi quadrati d'armatura, e ciò forse per mancanza di batteria di egual superficie e forza. Infine derivò i sovra detti colori prismatici dall'azione del calore della scarica elettrica, perchè i metalli esposti ad un forte fuoco si colorano egualmente.

Carlo Matteucci osservò in una caldaja di rame appesa al fuoco e perforata da un fulmine che i labbri del foro erano sporgenti verso l'interno, e che le impronte lasciate dal fulmine erano fatte da una materia gialla e nerastra, forse da zolfo e ferro trasportati dalla stessa corrente fulminea. Tuttavia non crede con Fusinieri che la scintilla elettrica si formi di sottile materia ponderabile e incandescente; ma bensì opina, che la materia elettrica trasporti seco nello scorrere qua e là per l'atmosfera il polviscolo che contiene, e che è sicuramente la cagione delle pietre ceraunie o pietre del fulmine. Inoltre pensa

che la corrente elettrica luminosa, quando incontra un corpo che a lei vi resista, perde di velocità, e di sua temperatura, e deposita sopra di esso una porzione del suo polviscolo. Dalle quali cose conghiettura, che i colori formati all' intorno del foro della caldaja di rame fulminata provengano da una materia depositata dalla corrente fulminea, e non già dal calore, siccome disse Leopoldo Nobili; perchè le apparenze non erano nell' interno del foro, ma sui margini esterni, ove la materia del fulmine si era irraggiata e divisa in più rami depositandovi porzione del polviscolo che seco trasportava.

Infine curiose sono le sperienze fatte nel ottobre del 1837 dal Padre Santi Linari delle scuole pie e professore di Fisica nell' Università I. e R. di Siena; conciossiachè colle scariche di grosse e vigorose torpiglie produsse, come colle batterie elettriche, gli anelli colorati sopra il rame pulito.

Wollaston che esaminò attraverso a un prisma la luce delle scintille elettriche, riconobbe, che si producevano gli stessi colori, e nel medesimo ordine come nella scomposizione della luce solare. Osservò pure che il coloramento variava secondo la diversità delle sostanze, da cui prorompevano le scintille. Quindi Brewster notò che la luce elettrica era capace di polarizzazione. Infine il sig. Becquerel facendo passare la luce elettrica attraverso a diverse sostanze scoperse che oltre le proprietà luminose, chimiche, e calorifiche possedeva eziandio il potere fosforescente.

Si chiamano fosforescenti i corpi che splendono nell' oscurità. Chi scoperse la proprietà fosforica della pietra di Bologna, fu un certo Casciarolo calzolajo

appassionatissimo dell' alchimia, colla quale sperava di convertire i metalli ignobili in argento e in oro. Passeggiava per caso il calzolajo chimico a piè del monte Paterno distante tre leghe da Bologna, allorchè vide parecchie pietre, il cui brillante e peso fecegli sospettare che contenessero molto argento. Ne prese diverse, e portatele a casa le sottopose alla forte azione del fuoco, e non fu poca la sua maraviglia nel vedere che in iscambio di offerirgli il desiderato argento acquistavano la facoltà di splendere nell' oscurità a guisa di carboni accesi.

Brandt che reiteratamente tormentò l'orina al fuoco colla lusinga di trovare in essa la pietra filosofale, scoperse nel 1669 il fosforo. Kunkel cupidissimamente bramoso di conoscere il secreto, e non potendo ottenerlo con ogni sorta di promesse dallo stesso scopritore mandò ad Amburgo il suo amico Kraft, acciocchè lo comperasse anche a prezzo d' oro. Questi vi andò, e mediante dugento talleri gli cavò di bocca il secreto col patto però di non dirlo a qualsiasi persona. Kunkel fortemente indispettito di essere stato deluso, e solo sapendo che si estraeva dall' orina dopo lunghi studii ed esperienze pervenne nel 1674 a estrarlo, onde fu detto dai chimici fosforo di Kunkel. Raccontasi pure che Boyle senza sapere il metodo usato da Brandt e da Kunkel l'abbia del pari cavato dall' orina, e quindi ne abbia comunicato il procedimento a Hantkwitz tedesco, che lo faceva in Londra, ed a caro prezzo lo vendeva ai Fisici d' Europa. Comunque sia la cosa, è certo che la maniera di fare il fosforo fu tenuta secreta sino nel 1737 epoca, in cui fu fatta conoscere da un fore-

stiere all' accademia reale delle scienze di Parigi mediante una ricompensa datagli dal ministero; e Hellot ne descrisse tutte le circostanze in una memoria pubblicata fra quelle dell' accademia dello stesso anno.

Dufay osservò che le pietre calcari calcinate sono fosforiche; e il padre Beccaria trovò che quasi tutte le sostanze animali e vegetali esposti al sole diventano fosforescenti. Wedgwood e Haüy accrebbero il numero dei minerali che pel calore sono fosforici, e principalmente interessanti sono le sperienze di Dessaignes sulla fosforescenza delle sostanze minerali, allorchè sono locati in polvere sopra un sostegno caldo.

Alcuni insetti ed animali microscopici rendono talvolta luminosa l'atmosfera e l'acqua del mare, in cui si trovano. Chi non sa che gli occhi di vari animali splendono nell'oscurità, come anche quelli dell'uomo sotto una forte emozione di collera o di spavento? Si videro alcuna volta nella gotta e nell' idrofobia fosforescenti le ferite e le ulceri; ed apparve l' orina luminosa nella malattia chiamata fosfuria.

I Fisici molto si occuparono della fosforescenza de' corpi, e ne diedero una diversa spiegazione. Gli uni dissero che dipendesse dalla luce imprigionata tra le molecole de' corpi; altri supposero, che crescendo la pressione o la temperatura si trasmutasse il calorico in luce; molti infine la derivarono dall' elettricità, perchè i corpi acquistano la facoltà di risplendere nel bujo, quando è rotto l'equilibrio delle loro forze elettriche.

Grand' è l' influenza che esercita l' elettricità sulla

composizione e scomposizione de'corpi sino a essere riputata da alcuni chimici la causa delle azioni chimiche. Ma di ciò diremo nel Galvanismo. Qui accenneremo soltanto gli effetti chimici dell'elettricità di strofinamento.

Le sperienze di Van-Marum, di Cuthbertson e di Singer dimostrarono che le scariche elettriche valgono ad ossidare le sostanze metalliche. Chi non sa che il fulmine fonde, ossida e volatilizza i fili metallici, per cui passa? Di più il P. Beccaria vide nelle sue sperienze che l'elettricità scompone gli ossidi di stagno e di mercurio, e spogliandoli del loro ossigeno li riduce allo stato metallico; la qual forza disossidante fu quindi da altri riconosciuta.

I Signori Dieman, Paetz e Van Troostwyck facendo passare per un tubo pieno d'acqua distillata, e spogliata d'aria la scarica di una boccia di Leyden col mezzo di due fili di oro distante tra loro di cinque ottavi di pollice videro che ad ogni esplosione si formavano bollicine d'aria, le quali salivano nella parte superiore del tubetto. Quindi raccogliendo questo miscuglio aeriforme ed accendendolo colla scintilla elettrica si convinsero, che i due gas si accendevano e si riunivano costituendosi nuovamente in acqua. Ottenne di poi Wollaston la scomposizione dell'acqua con scariche molto più deboli.

Il Sig. Bonijol sottraendo l'elettricità dall'atmosfera con una punta acutissima convenientemente isolata e posta in comunicazione coll'apparato che usava per scomporre l'acqua coll'elettricità delle macchine ordinarie pervenne come si legge nella biblioteca universale, ottobre 1830 pag. 213, a scom-

porre l' acqua in una maniera continua e rapida ogni volta che il tempo era volto a temporale

Tra le altre interessante è l' applicazione dell'elettricità nella costruzione dei telegrafi. L' inventore del *telegrafo elettrico* è Reisser, il quale nel 1794 dall' osservazione, che l'elettrico liberamente si traduceva lungo i conduttori metallici, pensò di costrurre un' apparecchio, che dal numero delle scintille rappresentasse tra due individui posti a grandi distanze una specie di linguaggio, o telegrafia elettrica. Qualch' anno dopo il Dottor Selva Spagnuolo costrusse pure un consimile apparecchio: ma siccome l'umidità dell'aria toglieva l' elettricità di questi telegrafi, erano perciò resi inservibili, onde si abbandonarono dai Fisici. Non fu che dopo la famosa scoperta della pila di Volta e dell' azione elettro-magnetica di Oersted, che si costrusse nel 1811 da Soemmering il *telegrafo galvanico* e in tempi a noi più vicini dai signori Siller, Gauss, Magrini, e Wenstone il *telegrafo elettro-magnetico*, siccome vedremo parlando del Galvanismo, e dell' elettro-magnetismo.

CAPO DECIMONONO.

Esperienze di Nollet sull' azione dell' elettricità nei vegetabili, la quale fu quindi determinata da Gardini, e spiegata da Vassalli-Eandi. Si vuole che l' elettricità negativa favorisca la vegetazione, e la contrarii in iscambio l' elettricità positiva. Bertholon derivò dall' elettricità i singolari fenomeni della sensitiva: e Matteucci crede essere l' elettricità negativa quella che si svolge per l' azione della vita vegetativa.

L' Abate Nollet nelle sue rinomate sperienze sull' evaporazione dei liquidi per mezzo dell' elettricità scoperse, che i liquidi elettrizzati si evaporano tanto più prontamente, quanto più sono volatili, e principalmente quando sono contenuti in vasi di metallo. Imperciocchè vide che lo spirito volatile di sale ammoniaco si disperdeva più prestamente dell' alcool, e questo più celeremente dell' acqua per l' azione dell' elettricità. Quindi avendo umettato una spugna tagliata in due parti eguali, che ha con diligenza pesate separatamente, trovò che dopo sei ore di elettrizzazione quella, che avea collocata più vicina a un corpo elettrizzato, perdeva più di peso che l' altra.

Il Sig. Boze avea osservato che l'acqua, che esciva a gocce dai tubi capillari, allorchè era elettrizzata sgorgava in un getto continuo: la qual cosa essendo venuta a notizia del abate Nollet, volle questi assicurarsene, ed usando tubi di diversa grandezza, ed esattamente misurando il tempo e la quantità di liquido sgorgato trovò che l' elettricità accelera sempre lo scolo dell' acqua che si fa a gocce nei tubi capillari; che non l' accelera, nè lo ritarda nei tubi di una o due linee di diametro; e che invece lo ritarda, quando il tubo ha il diametro di una mezza linea. Pertanto da queste sperienze derivò l'illustre accademico di Parigi, che fossero i corpi organizzati come un complesso di tubi capillari, entro cui vi scorrono ed escono i liquidi, e che l' elettricità concorresse ad accelerarne il movimento e la dispersione. Imperciocchè elettrizzando frutte o piante verdi per alcune ore vide che elleno perdevano sensibilmente di peso: donde dedusse che l' elettricità dovesse esercitare una grande influenza nella vegetazione. Ma il primo, che elettrizzò le piante per determinarne la benefica azione, fu l' inglese Mainbray, il quale riconobbe nel 1746, che i mirti elettrizzati germogliavano e fiorivano più presto che quando non l' erano. Queste interessanti sperienze furono quindi rifatte con egual successo dall' abate Nollet.

Ma quegli che principalmente si distinsero in queste difficili ricerche, sono due nostri Piemontesi Gardini e Vassali-Eandi. Il primo si guadagnò il premio, che l' accademia di Lione avea proposto a chi meglio avesse determinata l'azione dell'elettricità sulla vegetazione; ed il secondo spiegò come la ger-

minazione si accelera sotto l' azione dell' elettricità, perchè i liquidi elettrizzati acquistando una maggiore fluidità, penetrano più facilmente i semi e le piante, e così inservono al loro maggiore incremento e nutrizione. Dimostrò quindi, che l' errore d' Hinghenoutz e di Schwankhardt, i quali negavano una tale influenza, proveniva dal non considerare abbastanza l' azione delle atmosfere elettriche, perciocchè se l' atmosfera e la pianta sono fornite d' elettricità omologa, non ha questa veruna influenza, la quale è manifestissima nel caso contrario. Ecco forse il perchè ne' tempi burrascosi la germinazione si fa più attiva, le piante prosperano, e più prontamente maturano le frutta.

Si opina dai Fisici, che l' elettricità negativa favorisca la vegetazione, e che invece la contrarii l' elettricità positiva. L' osservazione delle sostanze elettro-negative, ed elettro-positive sembra ciò confermare giacchè le prime, quali sono la calce, la potassa e la soda, inservono ottimamente per l' ingrasso, e le seconde all' incontro riescono nocive. Quindi l' obbiezione, che i grani messi nell' acqua pura prontamente germinano nella parte positiva del circuito galvanico, ed all' incontro rimangono inerti nella parte opposta negativa, non distrugge le pruove della sovra esposta opinione, perchè questi particolari effetti possono dipendere non tanto dall'azione speciale delle due elettricità, quanto dalla presenza dell' ossigeno e dell' idrogeno, quali trovansi accumulati il primo al polo positivo, ed il secondo al polo negativo.

L' abate Bertholon fece alcune sperienze sulla sen-

sitiva ; e toccando con una bacchetta di metallo le foglie si ritraevano indietro , e si serravano ; ed all' incontro rimanevano immobili , allorchè adoperava un tubo di vetro. Vide pure che toccandole con un vetro elettrizzato si fermavano all' istante. Perlocchè credette , che la mimosa possedesse un' elettricità maggiore delle altre piante , e perciò che la sua elettricità avesse parte ai singolari fenomeni che produce. Ma Persival dice d' avere ripetute le sperienze del Fisico francese , e di non avervi trovato le differenze da lui osservate , secondochè si adopera un metallo , o un vetro.

Notabili sono le sperienze del prof. Matteucci sull' elettricità , che si svolge dai vegetabili. Furono esse fatte in un bosco così detto all'Inglese , donde venne a scoprire che , quando l' elettricità dell' atmosfera è positiva , nulla è l' elettricità nell' interno del bosco. Imperciocchè investigando l' elettricità dell' aria fra le piante, al di sopra di esse , e fuori del bosco col mezzo dell' elettroscopio atmosferico del Volta con in cima un candelino acceso , trovò che nulla era l' elettricità entro il bosco , e che solo alla distanza di dieci passi manifestava l' elettricità positiva , la quale andava aumentando a misura che si scostava dal bosco. Vide ben sovente apparirvi nelle notti serene d' estate , e nei giorni nuvolosi tanto nell' aria libera , quanto tra le piante l' elettricità negativa , la quale spariva , tostochè si spiegava nell' atmosfera l' elettricità positiva. Dalle quali osservazioni concluse , che l' elettricità negativa , la quale svolgesi per l' azione della vita vegetativa , sia del continuo neutralizzata dall' elettricità